ORTAÖĞRETİM FEN LİSESİ

BİYOLOJİ

12

DERS KİTABI

YAZARLAR

Ayşe Pınar ŞAHİNTÜRK
Hüseyin OĞUZMAN
Mustafa Nuri ÇAKIR
Nuray VURDEM
Zekiye UZANDAÇ

DEVLET KİTAPLARI
BİRİNCİ BASKI
……., 2019

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 7016
DERS KİTAPLARI DİZİSİ .....: 1169

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Editör	Prof. Dr. Fatih DUMAN
Dil Uzmanları	Hande ASILİSKENDER Murat YILDIZ
Program Geliştirme Uzmanı	Ergül SIRKINTI
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	Günay DURUCAN
Rehberlik Uzmanı	Davut ŞENYÜREK
Görsel Tasarım Uzmanları	Abdullah KILIÇ Ayça COŞKUN Recep KILIÇ

ISBN 978-975-11-4944-2

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 18.04.2019 gün ve 8 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 28.05.2019 gün ve 10443977 sayılı yazısı ile birinci defa 51.435 adet basılmıştır.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

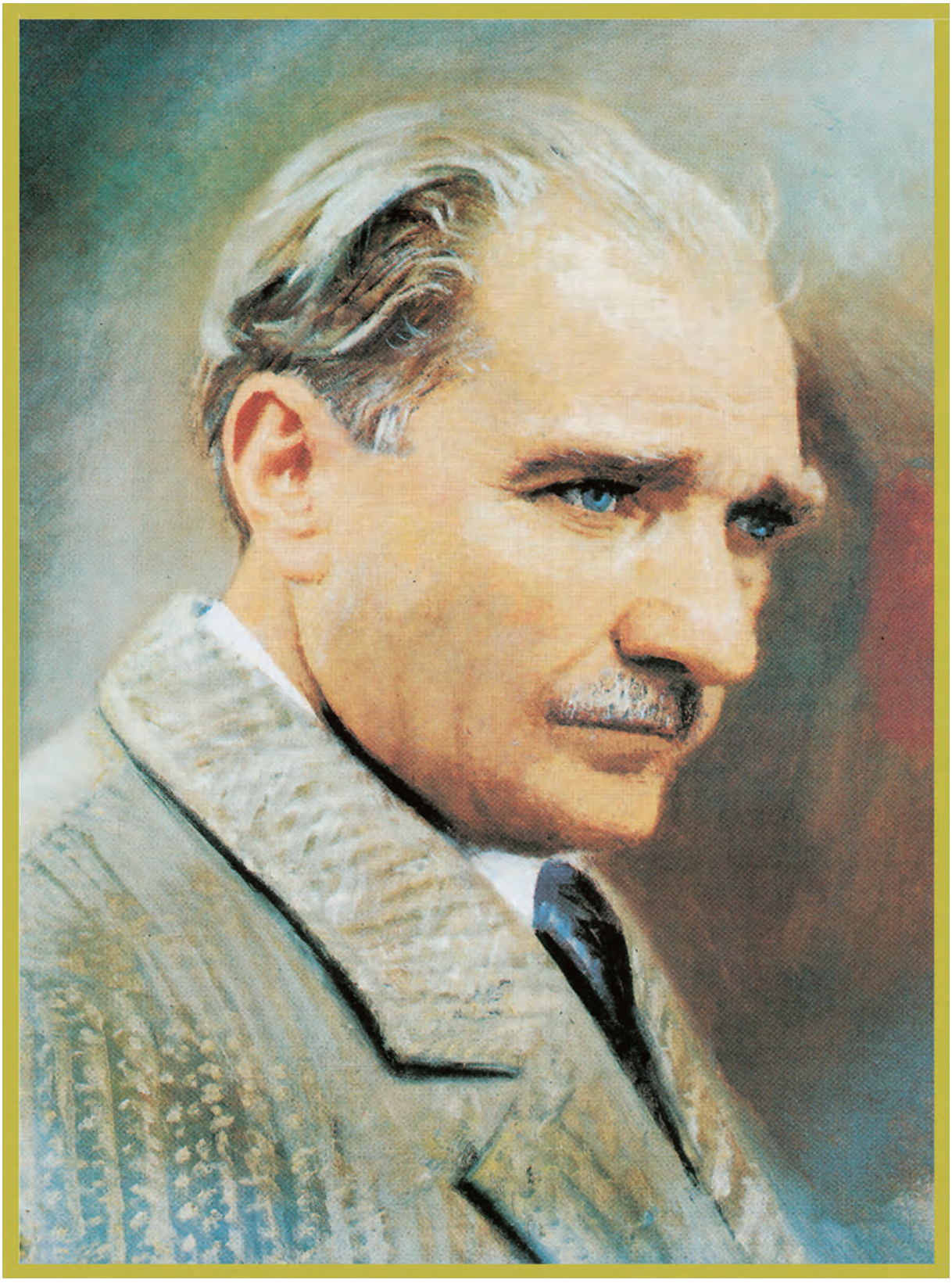
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER
İÇİNDEKİLER

KİTAP TANITIMI 9
GÜVENLİK İŞARETLERİ 11
1. ÜNİTE: GENDEN PROTEİNE 13
1.BÖLÜM: NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ 14
1.1. Nükleik Asitlerin Keşfi 15
1.2. Nükleik Asit Çeşitleri ve Görevleri 18
1.2.1. DNA (Deoksiribonükleik asit) 21
1.2.2. RNA (Ribonükleik asit) 23
1.3. Hücredeki Genetik Maddenin Organizasyonu 26
1.4. DNA'nın Kendini Eşlemesi (Replikasyon) 27
2. BÖLÜM: GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ 32
2.1. Genetik Şifre 33
2.2. Protein Sentezi 34
2.3. Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji 36
2.4. Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji Uygulamaları 38
2.5. Sentetik Biyoloji 44
2.6. Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji Uygulamalarının İnsan Hayatına Etkisi 44
2.6.1. Sağlık Alanındaki Uygulamalar 44
2.6.2. Tarım ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar 47
2.6.3. Endüstri Alanındaki Uygulamalar 47
2.6.4. Çevre Alanındaki Uygulamalar 47
2.7. Klonlama Çalışmaları ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar 48
2.7.1. Klonlama 48
2.7.2. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) 49
2.8. Biyogüvenlik ve Biyoetik 50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 52

2. ÜNİTE: CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ 63
1.BÖLÜM: CANLILIK VE ENERJİ 65
1.1. Enerjinin Temel Molekülü ATP (Adenozin trifosfat) 65
2.BÖLÜM: FOTOSENTEZ 68
2.1. Fotosentezin Canlılar İçin Önemi 69
2.2. Fotosentez Reaksiyonları 72
2.2.1. Işığa Bağımlı Reaksiyonlar 73
2.2.2. Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar (Kalvin Döngüsü) 74
2.3. Fotosentez Hızını Etkileyen Faktörler 75
3. BÖLÜM: KEMOSENTEZ 82
3. KEMOSENTEZ 83
3.1. Kemosentetik Canlıların Endüstride Kullanılması 85
4. BÖLÜM: HÜCRESEL SOLUNUM 86
4.1. Hücresel Solunumun 87
4.1.1. Oksijenli Solunum 87
4.1.1.1. Glikoliz 88
4.1.1.2. Krebs Döngüsü 89
4.1.1.3. Elektron Taşıma Sistemi (ETS) 90
4.1.2. Fermantasyon 91
4.1.2.1. Glikoliz Evresi 91
4.1.2.2. Etil Alkol Fermantasyonu 91
4.1.2.3. Laktik Asit Fermantasyonu 93
4.1.3. Oksijensiz Solunum 95
4.2. Fotosentez ve Solunum Arasındaki İlişki 96
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 100

İÇİNDEKİLER

3.ÜNİTE: BİTKİ BİYOLOJİSİ 111
1.BÖLÜM: BİTKİLERİN YAPISI 112
1.1. Çiçekli Bitkilerin Temel Kısımları 113
1.1.1. Bitkisel Dokular 113
1.1.1.1. Örtü Doku 113
1.1.1.2. Temel Doku 116
1.1.1.3. İletim Doku 118
1.1.1.4. Meristem Doku 120
1.1.2. Bitkisel Organlar 123
1.1.2.1. Kök 123
1.1.2.2. Gövde 125
1.1.2.3. Yaprak 127
1.2. Bitkisel Hormonlar 130
1.3. Bitkilerde Hareket 132
1.3.1. Tropizma Hareketleri 132
1.3.2. Nasti Hareketleri 134
2. BÖLÜM: BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI 138
2.1. Su ve Minerallerin Taşınması 139
2.2. Su ve Minerallerin Ksilemde Taşınması 142
2.2.1. Kök Basıncı 143
2.2.2. Kılcallık 143
2.2.3. Terleme ve Kohezyon Gerilim Teorisi 144
2.3. Bitkilerde Fotosentez Ürünlerinin Taşınması 146
2.4. Bitkilerin Günlük Hayatımızdaki Yeri 147
3. BÖLÜM: BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME 148
3.1. Çiçeğin Kısımları 149
3.2. Çiçekli Bitkilerde Döllenme, Tohum ve Meyve Oluşumu 151
3.3. Çimlenme 152
3.4. Dormansi ve Çimlenme 153
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 155

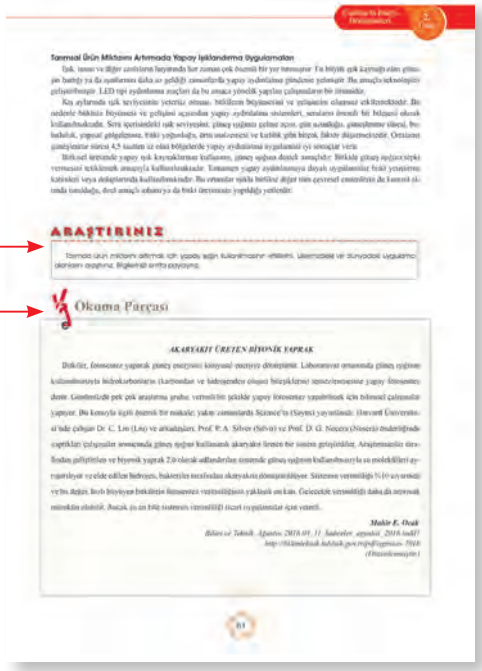
4. ÜNİTE: CANLILAR VE ÇEVRE 165
1.BÖLÜM: CANLILAR VE ÇEVRE 166
1.1. Çevresel Şartların Canlı Çeşitliliğine Etkisi 167
1.2. Tarım ve Hayvancılıkta Yapay Seçilim Uygulamaları 170
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 173
CEVAP ANAHTARI 176
SÖZLÜK 182
DİZİN 187
KAYNAKÇA 188

Ünite adını gösterir.

Karekod okuyucu ile taratarak resim, video, animasyon, soru ve çözümleri gibi ilave kaynaklara ulaşılabilecek karekodu gösterir.

Araştırılması istenilen konuları gösterir.

Öğrenilen konuyu destekleyecek ilgi çekici metni gösterir.



Ünite numarasını gösterir.

Ünite bölümlerini gösterir.

1. BÖLÜM
NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ
NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?
KAVRAMLAR VE TERİMLER
DNA ligaz, DNA polimeraz, gen, helikaz, kromozom, nükleik asit, nükleotit, DNA replikasyonu
NELER BİLİYORSUNUZ?

Bölüm ile ilgili öğrenilmesi hedeflenen kazanımları gösterir.

Bölüm ile ilgili öğrenilmesi hedeflenen kavram ve terimleri gösterir.

Bölüm içeriğine ilgi çekmeyi sağlayacak soruları gösterir.

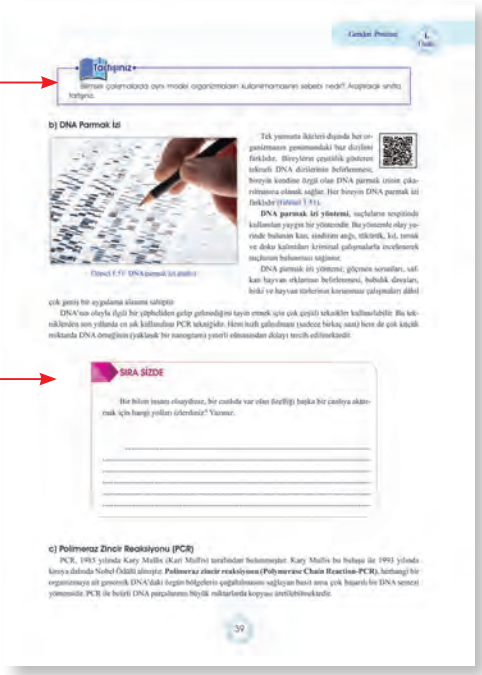
KİTAP TANITIMI
KİTAP TANITIMI

Etkinlik sırasında uyulması gereken güvenlik önlemlerini gösterir.

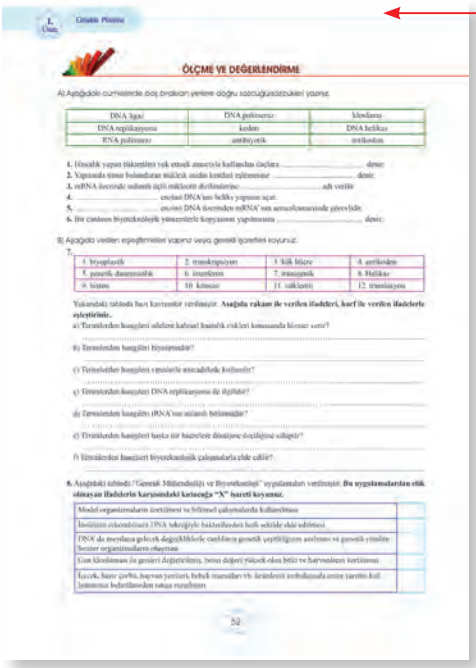
Etkinlik adını, amacını ve konu ile ilgili yapılacak etkinlikleri gösterir.

Konu ile ilgili ilgi çekici bilgileri gösterir.

Araştırıp tartışılması gereken konuları gösterir.



Konu ile ilgili yorum yapmayı ve çıkarımda bulunmayı sağlayacak soruları gösterir.



Ünitede edinilen bilgileri ölçme ve değerlendirme amacıyla hazırlanan soruları gösterir.

GÜVENLİK İŞARETLERİ

ISI GÜVENLİĞİ
Yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.

ELEKTRİK GÜVENLİĞİ
Yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini; güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.

GÖZ GÜVENLİĞİ
Deneye başlamadan önce gözlük takmak gerektiğini belirtir. Gözlük kullanılmadan çalışılması göz sağlığına zarar verir.

BİYOLOJİK MADDE GÜVENLİĞİ
Bakteri, mantar, hayvan ve bitkiler için tehlike durumunu belirtir.

ELBİSE GÜVENLİĞİ
Laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin elbiselere sıçrayarak aşındırıcı etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olacağını gösterir.

KOROZİF (AŞINDIRICI) MADDE GÜVENLİĞİ
Metalleri ve canlı dokuları aşındırabilen maddelerdir. Deriye ve göze hasar verirler. Göz ve deriyi korumak için önlemler alınmalıdır.

KIRILABİLİR CAM GÜVENLİĞİ
Cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıya ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.

ZEHİRLİ MADDE GÜVENLİĞİ
Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere neden olur. Vücut ile temas ettirilmemelidir. Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.

BİTKİ GÜVENLİĞİ
Çalıştığınız bitkilerin zehirli veya dikenli olması ihtimaline karşı dikkatli olunmasını ifade eder.

KESİCİ / DELİCİ CİSİM GÜVENLİĞİ
Yapılacak işlemlerde kesici / delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmalara yol açabileceğini belirtir.

YANGIN GÜVENLİĞİ
Yapılacak işlemlerde yangın çıkmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini ifade eder.

PATLAYICI MADDE GÜVENLİĞİ
Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır.

GENDEN PROTEİNE

1 ÜNİTE

1. **NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ**
2. **GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ**

1. BÖLÜM
NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; nükleik asitlerin keşif sürecini, çeşitlerini ve görevlerini, hücredeki genetik materyalin organizasyonunda parça bütün ilişkisini ve DNA'nın kendini eşlemesini öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

DNA ligaz, DNA polimeraz, gen, helikaz, kromozom, nükleik asit, nükleotit, DNA replikasyonu

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Tek yumurta ikizlerinin birbirlerine benzemesinin nedeni hakkında neler düşünüyorsunuz?
2. Suçluların tespitinde olay yerinden kıl, tırnak parçası, tükürük gibi materyallerin toplanma nedeni ne olabilir?
3. DNA'nın tüm canlı hücrelerde bulunmasının canlılığın devamı için önemi hakkında neler düşünüyorsunuz?

1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

Bilim insanları hücrede gerçekleşen olayları hep merak etmişlerdir. Hücre araştırmaları yapılırken hücrede nükleik asitlerin bulunduğu gözlemlenmiştir. Nükleik asitlerin hücredeki varlığı keşfedildikten sonra bu konudaki çalışmalar devam etmiştir.

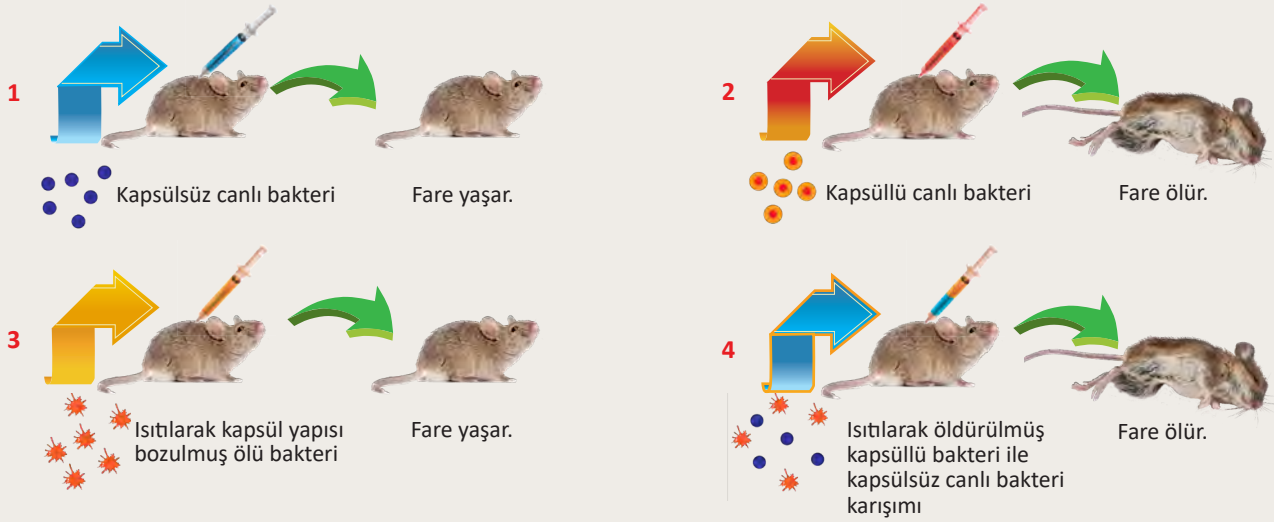
1.1. Nükleik Asitlerin Keşfi

İlk olarak 1869 yılında İsviçreli bilim insanı Friedrich Miescher (Firedrik Mişer) nükleik asitlerin varlığını tespit etmiştir. Friedrich Miescher; somon balığı spermleri ve akyuvarlar üzerinde incelemeler yapmıştır. Bu incelemeler sırasında hücrelerin çekirdeklerinde daha önce gözlemlenmemiş moleküllere rastlamıştır. Bu moleküllerin fosfor (P) yönünden zengin ve karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H), azot (N) içeren asit özelliğine sahip olduğunu tespit etmiştir. Gözlemlediği molekülü çekirdekte yer almasından dolayı çekirdek asidi anlamına gelen **nüklein** adını vermiştir. Günümüzde "nükleik asit" denilen bu moleküllerin daha sonra yapılan çalışmalarda sadece çekirdekte değil hücrenin diğer kısımlarında da var olduğu görülmüştür.

Nükleik asitlerin kalıtsal materyal olduğunun tespitinde Frederick Griffith (Frederik Grifith)'in 1928 yılında yaptığı deney oldukça önemlidir. Griffith, deneyinde *Streptococcus pneumoniae* (Streptokokus pnömoni) bakterilerinin iki formunu kullanmıştır. Bunlar, *S. pneumoniae*'nin zatürreye yol açan (kapsüllü) ve zatürreye yol açmayan (kapsülsüz) formlarıdır. Griffith'in yapmış olduğu deneyi aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (Görsel 1.1):

1. *S. pneumoniae*'nin kapsülsüz canlı formu, farelere enjekte edilmiş ve fareler yaşamına devam etmiştir.
2. *S. pneumoniae*'nin kapsüllü canlı formu, farelere enjekte edilmiş ve fareler ölmüştür.
3. *S. pneumoniae*'nin ısıtılarak öldürülmüş kapsül yapısı bozulmuş formu, farelere enjekte edilmiş ve fareler yaşamına devam etmiştir.
4. *S. pneumoniae*'nin ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü formu ve *S. pneumoniae*'nin kapsülsüz canlı formu ile karıştırılmıştır. Bir süre beklendikten sonra farelere enjekte edilmiştir. Farelerin hastalanarak öldüğü gözlemlenmiştir. Ölen farenin kanında yapılan incelemede *S. pneumoniae*'nin kapsüllü formuna rastlanmıştır.

Bu durum, kapsüllü formun sahip olduğu bir maddenin etkisiyle kapsülsüz formdaki bakterilerin kapsül üretme ve hastalık yapma yeteneği kazandığını göstermiştir. Canlı kapsülsüz *S. pneumoniae,* ölü kapsüllü *S. pneumoniae*'nin içerisindeki materyalleri kullanarak değişime uğramış ve hastalık yapıcı hâle gelmiştir.



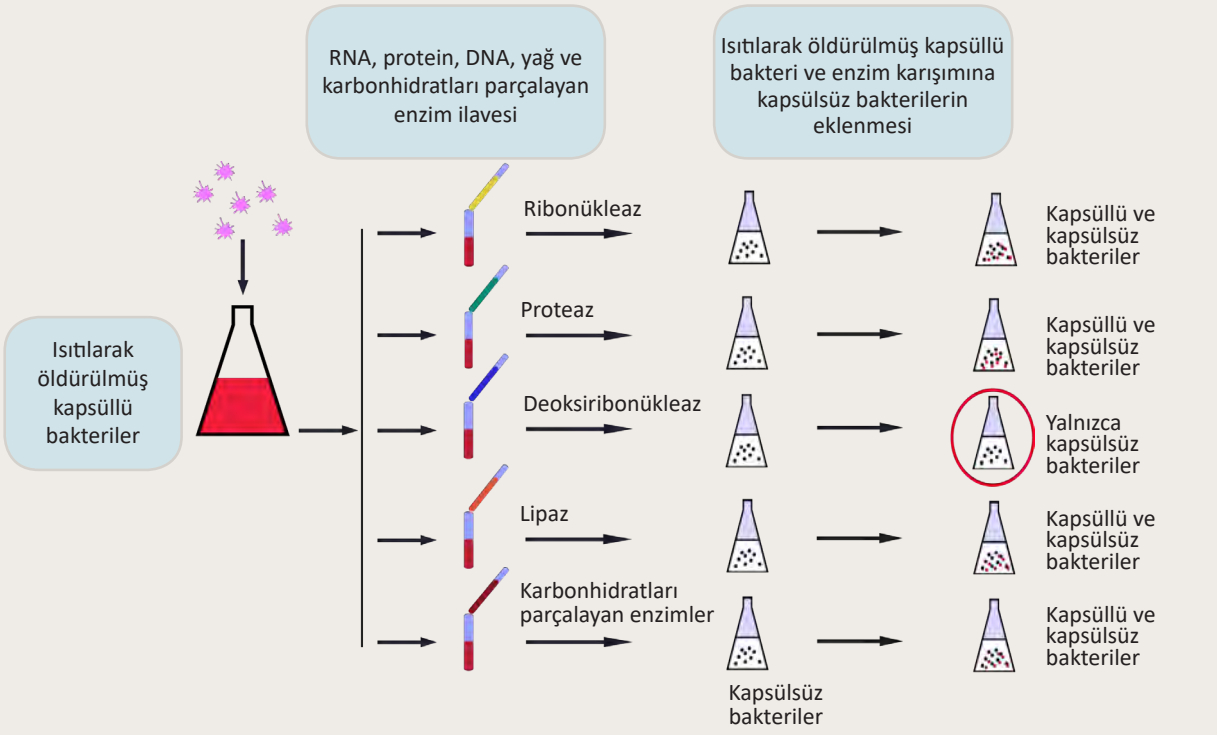
Görsel 1.1: Frederick Griffith'in yapmış olduğu deney

Görsel 1.2: Frederick Griffith

F. Griffith, canlı bakterilerin sahip olmadığı özellikleri ölü bakterilerin materyallerinden alarak yeni özellikler kazandığını tespit etmiştir. Bu olaya **transformasyon** adı verilmiştir. Frederick Griffith (Görsel 1.2) yaptığı bu deneyle hücrelerde kalıtsal bilgiyi taşıyan bir molekülün bulunduğunu ortaya koymuş ancak bu molekül hakkında herhangi bir açıklama yapamamıştır. Griffith'in bu deneyi; Oswald Avery (Osvıld Eviri), Colin MacLeod (Kolin Meklod) ve Maclyn McCarty (Maklin Mekkarti) tarafından yapılan ve transformasyona neden olan maddenin teşhisine yönelik 14 yıl sürecek araştırmayı başlatmıştır.

Görsel 1.3: Oswald Avery

Oswald Avery (Görsel 1.3) ve arkadaşları yaptıkları deneyde (Görsel 1.4), ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakterilerden elde edilen özütü, 5 farklı ortamda, RNA, protein, DNA, yağ ve karbonhidratları parçalayan enzimlerle bir arada tuttuktan sonra her bir ortama canlı kapsülsüz bakteriler eklemişlerdir.



Bu bakterilerden sadece DNaz (Deoksiribonükleaz) enzimi ile müdahale edilen özütteki bakteriler, kapsül yapma yeteneği kazanamamıştır. Çünkü DNaz, kapsüllü bakterilere ait DNA moleküllerini parçalamış ve kapsülsüz bakterilerin kapsül yapabilmesine engel olmuştur. Bu deney, kapsüllü bakterilerden kapsülsüz bakteriye geçen ve kapsül oluşumu sağlayan molekülün DNA olduğunu göstermiştir.

Görsel 1.4: Avery ve arkadaşlarının DNA'nın yönetici molekül olduğunu kanıtlayan deneyleri

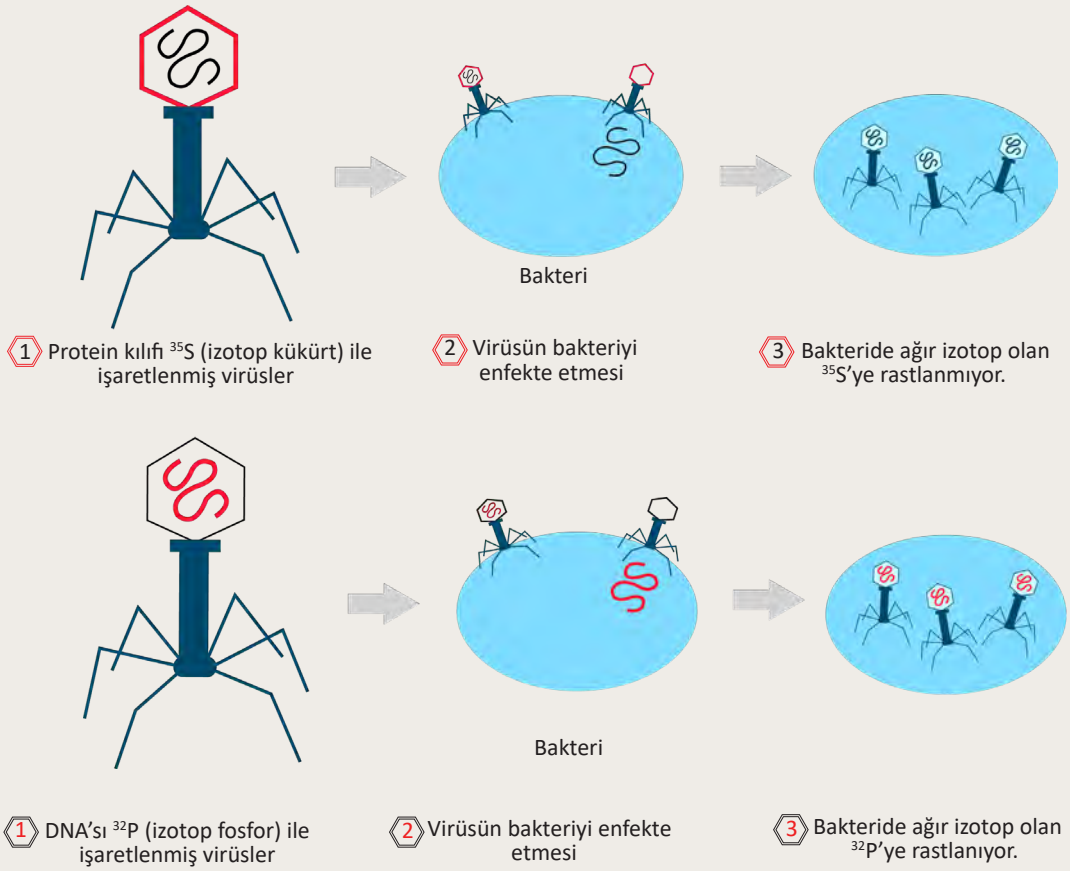
Avery ve arkadaşları bu deney sonucunda, transformasyona neden olan maddenin DNA olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bilgi, o güne kadar yaygın olan bilginin aksine bir açıklama olduğu için diğer bilim insanları tarafından şüpheyle karşılanmıştır. Daha sonraki yıllarda bakteri virüsleri (bakteriyofaj) ile yapılan deneylerle hücredeki kalıtım bilgisini taşıyan molekülün protein değil DNA olduğu kesin olarak ortaya konmuştur.

DNA'nın kalıtım materyali olduğunu ispatlayan bir diğer çalışmayı, 1952 yılında Alfred Hershey (Alfrıd Hörşi) ve Martha Chase (Marta Çeys) (Görsel 1.5) yapmışlardır. Hershey ve Chase, deneylerinde konak olarak *Escherichia coli* (Eşerişa koli) bakterisi ve bu bakterinin içinde çoğalabilen T2 bakteriyofajını kullanmışlardır. Kısaca faj olarak adlandırılan virüs, DNA ve protein kılıftan oluşur. Hershey ve Chase'in, bakteri içerisinde yeni virüsler üretilirken T2 virüsünün bakteri içerisine aktardığı maddenin protein mi yoksa DNA mı olduğu hakkında bir fikirleri yoktur. Hershey ve Chase yaptıkları deneyde (Görsel 1.6);

Görsel 1.5: Alfred Hershey ve Martha Chase

- DNA'nın yapısındaki fosforun radyoaktif izotopu (^{32}P) ile protein kılıfın yapısındaki kükürdün radyoaktif izotopunu (^{35}S) kullanmışlardır.
- T2 virüslerinin protein kılıfları, ^{35}S ile işaretlenmiş ve *E. coli* bakterisiyle aynı ortama konulmuştur. Virüslerin protein kılıflarının bakteri dışında kaldığı tespit edilmiştir. Bakteri içerisinde yeni üretilen virüslerin protein kılıflarında ise ^{35}S izotopuna rastlanmamıştır.
- T2 virüslerinin diğer bir kısmının DNA'ları ^{32}P ile işaretlemiş ve yine *E. coli* bakterisiyle aynı ortama bırakılmıştır. ^{32}P izotopuna bakteri hücresi içerisinde rastlanmıştır. Bu durum; T2 virüslerinin sahip oldukları DNA'yı, *E. coli* bakterisi içerisinde çoğalabilmek için kullandıkları sonucunu ortaya çıkarmıştır.

NOT: Kükürt elementi proteinin yapısında bulunur fakat DNA'nın yapısında bulunmaz. Bundan dolayı protein kılıf ^{35}S izotopu ile işaretlenmiş, DNA ise ^{32}P izotopu ile işaretlenmiştir.

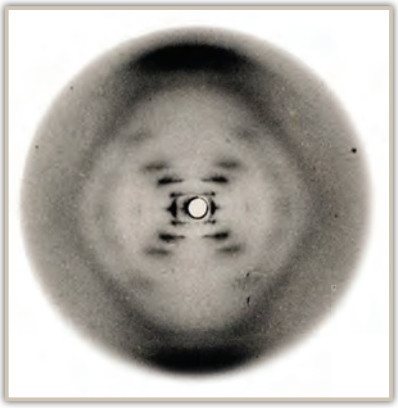

Bakteri
1 Protein kılıfı ^{35}S (izotop kükürt) ile işaretlenmiş virüsler
2 Virüsün bakteriyi enfekte etmesi
3 Bakteride ağır izotop olan ^{35}S'ye rastlanmıyor.
Bakteri
1 DNA'sı ^{32}P (izotop fosfor) ile işaretlenmiş virüsler
2 Virüsün bakteriyi enfekte etmesi
3 Bakteride ağır izotop olan ^{32}P'ye rastlanıyor.

Görsel 1.6: Alfred Hershey ve Martha Chase'in T2 virüsleri ile yapmış olduğu deney

DNA'nın kalıtım materyali oluşunun ispatı, yapısının da araştırılması ihtiyacını doğurmuştur. James Watson (Ceymis Vatsın), Maurice Wilkins'ı (Moris Vilkins) (Görsel 1.7) ziyaret etmiştir. Bu sırada Wilkins'in çalışma arkadaşı Rosalind Franklin'in (Rozalin Franklin) (Görsel 1.8) çekmiş olduğu DNA fotoğrafını görmesi, DNA bilmecesinin çözülmesine katkı sağlamıştır (Görsel 1.9). DNA'ya ait X ışını kırınımını gösteren bu fotoğraf sayesinde Watson, Francis Crick (Fransis Kırik) ile birlikte yaptığı çalışmalarla DNA'nın yapısı hakkında günümüzde hâlâ geçerliliğini koruyan Watson-Crick modelini ortaya koymuştur (Görsel 1.10).

Görsel 1.7: Maurice Wilkins

Görsel 1.8: Rosalind Franklin



Görsel 1.9: DNA'nın X ışını kırınımı fotoğrafı

Görsel 1.10: Watson ve Crick'in DNA üzerine çalışmaları

Bu modele göre DNA, kendi etrafında dönen çift sarmal bir yapıya sahiptir. DNA'nın kalıtsal bilgiyi nasıl taşıdığı ve kendini nasıl eşlediği yine bu model ile açıklanabilmiştir. Watson ve Crick, çalışmalarının sonuçlarını 1953 yılında yayımladıkları bir makale ile bilim dünyasına açıklamışlardır. DNA'nın yapısı ile ilgili bu açıklama hâlâ geçerlidir. Bu çalışmalarından dolayı Watson ve Crick, Maurice Wilkins ile birlikte 1962 yılında Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülünü almışlardır. Nükleik asitlerin keşfedilmesi ve yapısının açıklanması DNA üzerine yapılan çalışmaları daha da hızlandırmıştır. Bu çalışmalar bilim insanlarının yeni ufuklara yelken açmasına katkı sağlamıştır. DNA'nın anlamlı parçaları olan genlerle yapılan biyoteknolojik çalışmalar günümüzde çok ileri düzeylere ulaşmıştır.

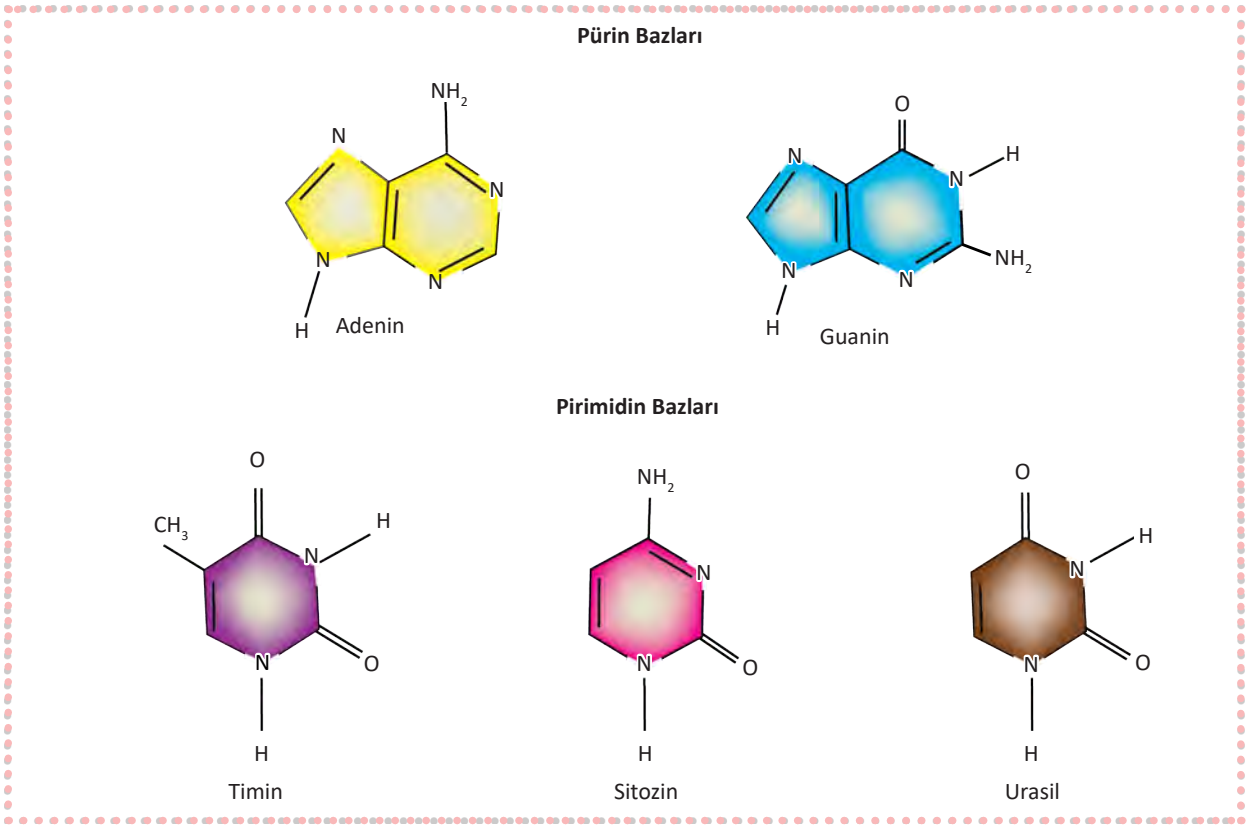
ARAŞTIRINIZ

DNA'nın yapısı ile ilgili çalışma yapan bilim insanlarını ve bu bilim insanlarının çalışmalarını araştırarak bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2. Nükleik Asit Çeşitleri ve Görevleri

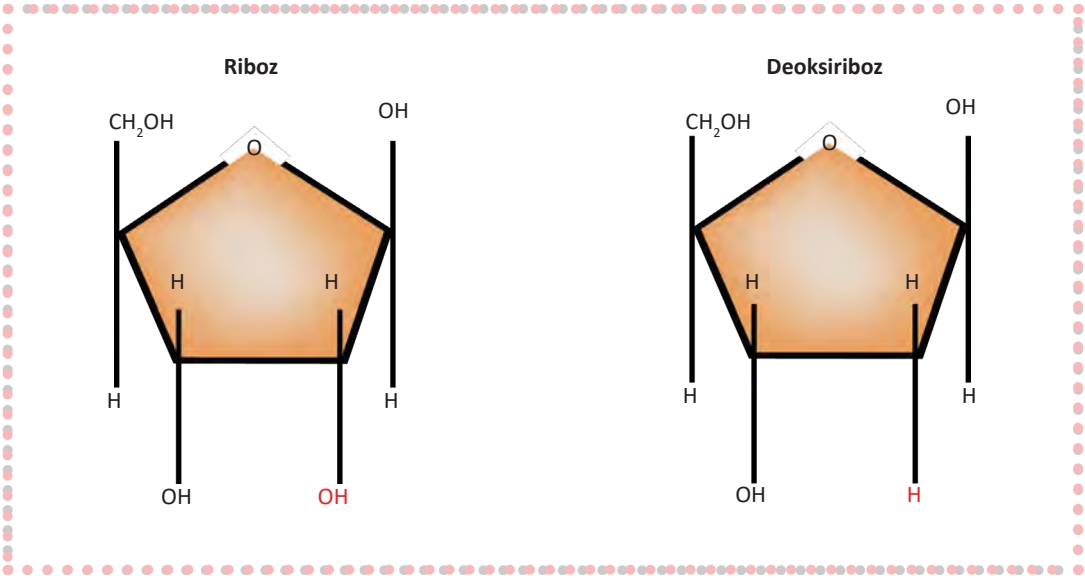
Canlılarda metabolik faaliyetleri yöneten asit yapısındaki moleküllere **nükleik asit** denir. Deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA) şeklinde iki çeşit nükleik asit vardır. Nükleik asitlerin yapı taşına **nükleotit** denir. Nükleotitlerde 3 temel grup bulunur. Bunlar azotlu organik baz, 5 karbonlu şeker ve fosfat grubudur (PO_4^{-3}).

Azotlu organik bazlar, çift halkalı **pürin** bazları ve tek halkalı **pirimidin** bazları olarak iki grupta incelenir (Görsel 1.11). Pürin bazları adenin (A) ve guanindir (G). Pirimidin bazları ise timin (T), sitozin (S veya C) ve urasildir (U). Pirimidin bazlarından timin sadece DNA'da, urasil ise sadece RNA'da bulunur.



Görsel 1.11: Azotlu organik bazlar

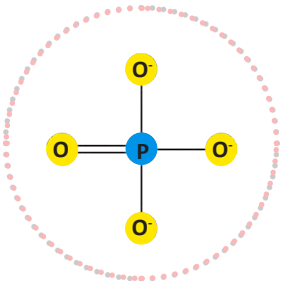
Nükleotidin yapısında bulunan 5 karbonlu şekerler ise riboz ve deoksiriboz şekerleridir (Görsel 1.12). Deoksiriboz DNA'nın yapısına katılır. Riboz ise RNA'nın yapısına katılan şeker çeşididir. Deoksiriboz şekerinde riboz şekerine göre 1 oksijen atomu eksiktir.



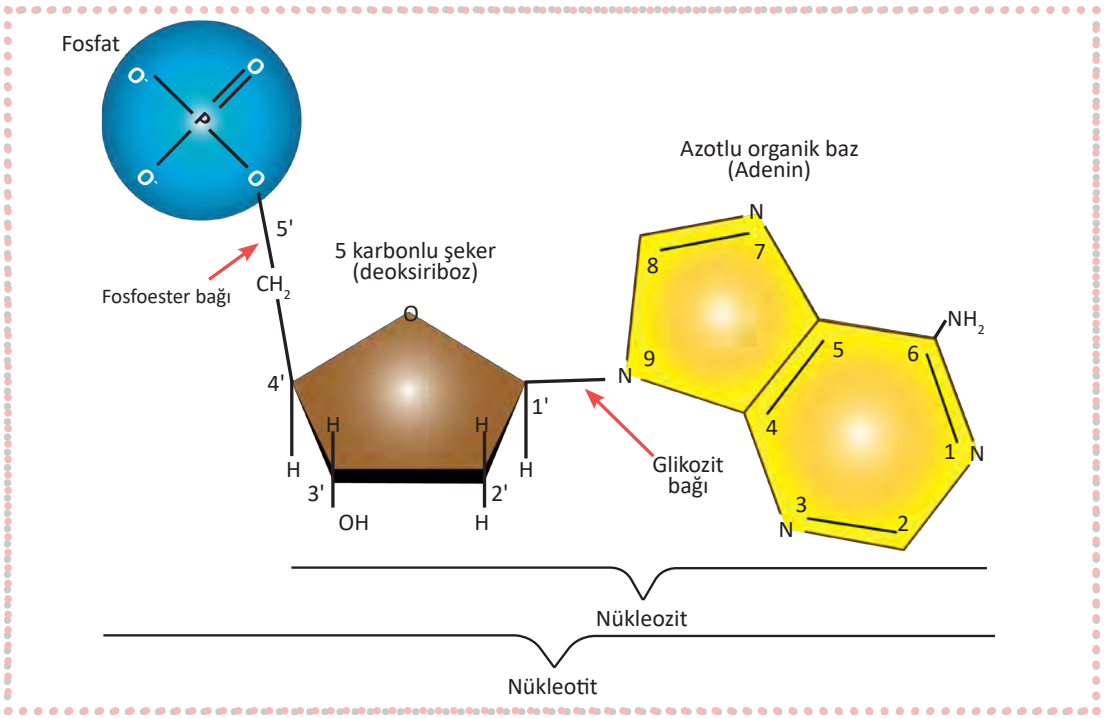
Görsel 1.12: Riboz ve deoksiriboz şekerleri

Fosfat grubu (Görsel 1.13) tüm nükleotit çeşitlerinde aynı yapıdadır. Fosfatın taşıdığı oksijenler eksi yüklüdür. Fosfatların birbirine bağlanması, fazla miktarda enerji ile mümkündür.

Azotlu organik baz ile 5 karbonlu şekerin birleşerek oluşturduğu yapıya **nükleozit**, nükleozitlere fosfat grubunun bağlanmasıyla oluşan yapıya **nükleotit** denir (Görsel 1.14).



Görsel 1.13: Fosfat grubu



Görsel 1.14: Nükleotidin yapısı

Nükleotitlerin yapısını oluşturan birimlere bakılarak bir hücrede toplamda 8 çeşit nükleotit varlığından söz edilebilir (Tablo 1.1). Bunlardan 4'ü DNA'nın yapısında, 4'ü de RNA'nın yapısında yer alır.

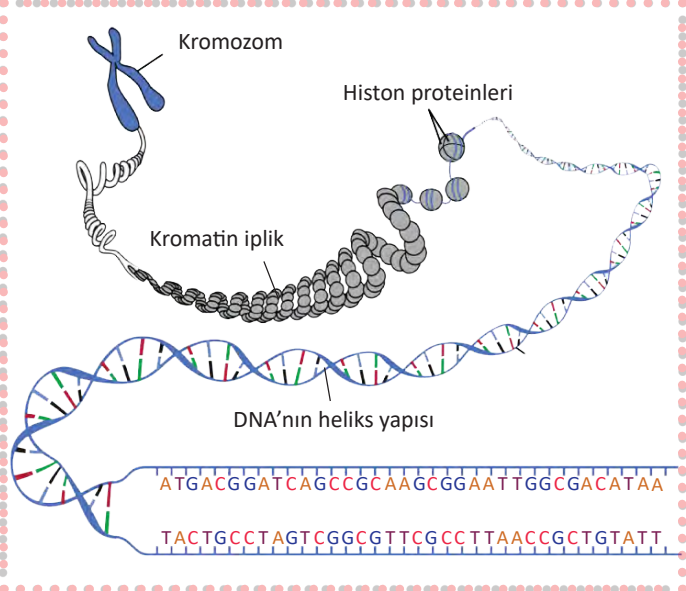
Tablo 1.1: DNA ve RNA'yı Oluşturan Nükleotit Çeşitleri

DNA	RNA
Adenin deoksiribonükleotit	Adenin ribonükleotit
Guanin deoksiribonükleotit	Guanin ribonükleotit
Sitozin deoksiribonükleotit	Sitozin ribonükleotit
Timin deoksiribonükleotit	Urasil ribonükleotit

1.2.1. DNA (Deoksiribonükleik asit)

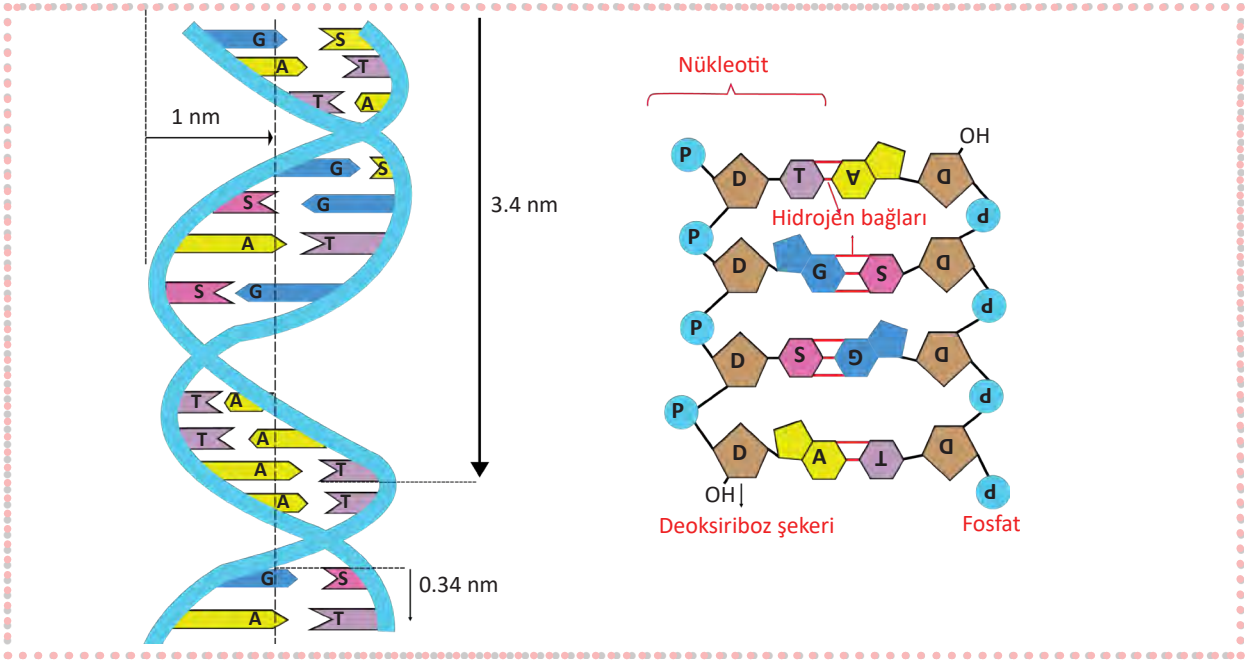
DNA'nın yapısının X ışınları ile Rosalind Franklin tarafından fotoğraflanması, Watson ve Crick tarafından modellenmesi ve bu yapıyla ilgili günümüze kadar yapılan birçok çalışma DNA hakkında çok geniş bilgiye sahip olunmasını sağlamıştır. DNA ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler, aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- DNA molekülü, kalıtsal bilgiyi taşır ve ana hücredeki kalıtsal bilginin yavru hücrelere aktarılmasını sağlar. Protein sentezini ve hücredeki diğer metabolik olayları yönetir.
- DNA, birbirini tamamlayan iki nükleotit zincirinden oluşur. Bu zincirler, karşılıklı bazlar arasındaki zayıf hidrojen bağlarıyla birbirine bağlıdır. Adenin ve timin bazları arasında 2 zayıf hidrojen bağı vardır. Guanin ve sitozin arasında ise 3 zayıf hidrojen bağı vardır. DNA'nın "histon" adı verilen proteinlerin üzerine sarılmasıyla oluşan yapıya **kromatin iplik,** hücre bölünmesi sırasında kromatin ipliğin kısalıp kalınlaşarak oluşturduğu yapıya **kromozom** adı verilir (Görsel 1.15).



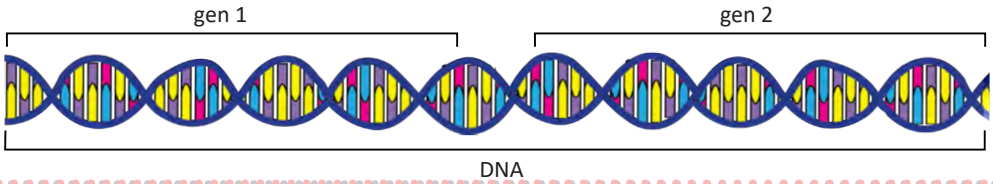
Görsel 1.15: Histon proteinlerine sarılı DNA

- Bir DNA sarmalının çapı 2 nanometredir (nm) ($1nm=10^{-6}$ mm). Bir DNA zincirinde yer alan iki nükleotit arası mesafe, yaklaşık 0.34 nm'dir. Tam bir sarmalın boyu 3.4 nm'dir. Buna göre bir tam sarmalda 10 nükleotit bulunur (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: DNA'nın çift iplikli yapısı

- Özgül bir polipeptit zincirini kodlayan DNA dizisinden meydana gelmiş kalıtsal bilgiyi taşıyan birime **gen** denir (Görsel 1.17).

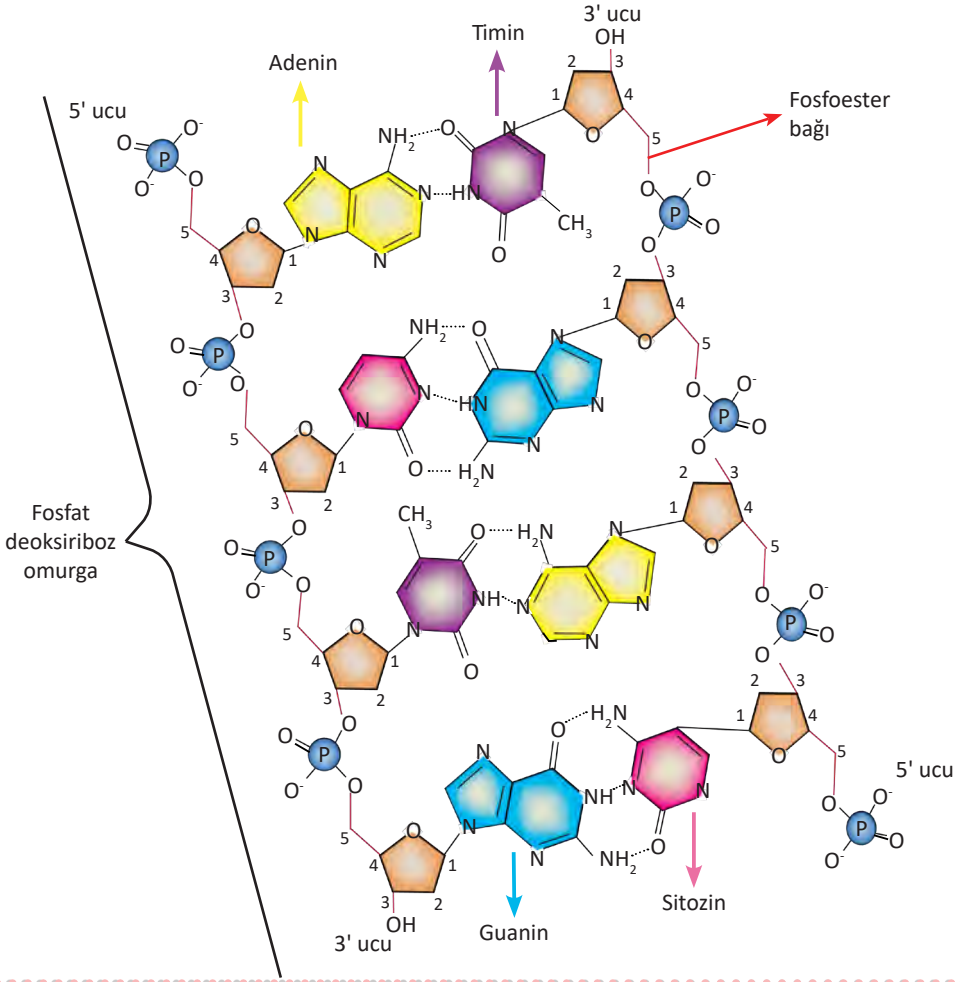


Görsel 1.17: DNA üzerindeki genler

- 1947 yılında Erwin Chargaff (Örvin Çargaf); DNA üzerine yaptığı çalışmalarda adenin ile timin, guanin ile sitozin sayılarının birbirine eşit olduğunu belirlemiştir. Adenin bazına karşılık timin bazı, guanin bazına karşılık sitozin bazının geldiği kuralını ortaya koymuştur. DNA ipliklerinden herhangi birinde meydana gelebilecek anormallik, bazların DNA'da karşılıklı sıralanışı kuralından hareketle onarılabilir.

$$A/T=1 \quad ve \quad G/S=1 \qquad A+G/T+S=1$$

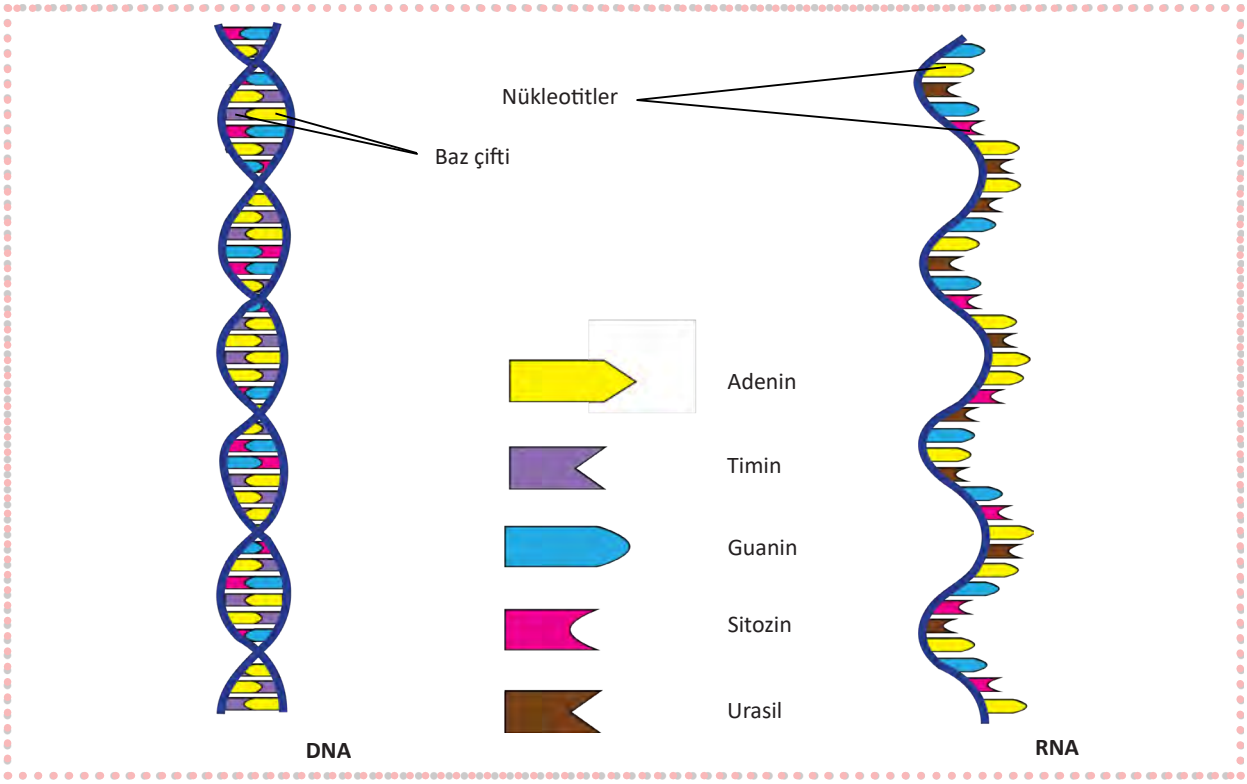
- Üst üste gelen nükleotitlerden birinin şekeri ile diğerinin fosfatı arasında oluşan fosfoester bağı nükleotitleri birbirine bağlar. DNA'yı oluşturan ipliklerden birinin en uçta bulunan nükleotidinde deoksiriboz şekerinin beşinci karbonuna fosfat bağlıdır. Bu uç 5' olarak adlandırılır. Aynı ipliğin diğer ucundaki şekerin üçüncü karbonuna hidroksil (OH^-) grubu bağlıdır. Bu uç da 3' olarak adlandırılır. Bu ipliğin karşısındaki iplikte fosfat ve hidroksilin yerleri terstir. Bu DNA ipliği 3' ucundan 5' ucuna doğrudur. DNA iplikleri birbirine **antiparalel**dir (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: DNA'nın çift iplikli yapısı

1.2.2. RNA (Ribonükleik asit)

DNA'nın keşfedilmesinden sonra 1956 yılında Elliot Ken Volkin (Elyıt Ken Volkin) ve Lazarus Astrachan (Lazarus Astrakan) yaptıkları çalışmalarla RNA moleküllerini buldular. Bu bilim insanları buldukları yapıyı "DNA'ya benzer RNA" olarak adlandırdılar. **RNA**, DNA tarafından sentezlenen tek nükleotit zincirinden oluşan polinükleotittir. 1965 yılında François Jacob (Fransua Ceykıp), Jaques Monod (Jek Möno) ve Andre Lwoff (Andre Lüvöf); bu iki bilim insanının bulduğu yapının aslında RNA çeşitlerinden mRNA olduğunu açıkladılar. Bunu diğer RNA çeşitlerinin bulunması takip etmiştir (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: DNA ve RNA'nın zincir yapıları

RNA, DNA gibi kendini eşleyemez ve onaramaz. Hücrede bulunan RNA'lar protein sentezinde görev alır. Hücrede farklı görevler üstlenen 3 çeşit RNA vardır. Bunlar; ribozomal RNA (rRNA), mesajcı RNA (mRNA) ve taşıyıcı RNA'dır (tRNA).

a) Ribozomal RNA (rRNA)

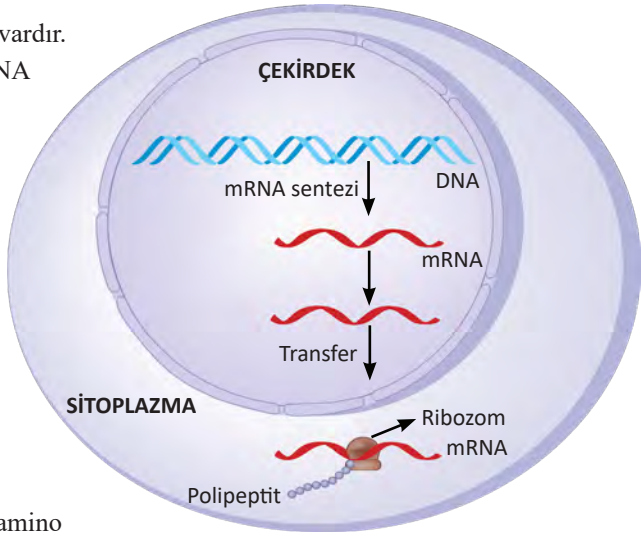
Hücrede miktarı en fazla olan RNA çeşididir. rRNA, ribozomda tRNA ile etkileşerek uzayan polipeptit zincirine amino asit bağlamakla görevlidir. rRNA'lar çekirdekçikte sentezlenir. Çekirdekçikte sitoplazmadan gelen proteinlerle birleştirilerek ribozomun yapısını oluşturur. Canlı organizmaların tümünde bulunan ribozom organeli protein sentezinden sorumludur. Protein sentezinin fazla görüldüğü hücrelerde rRNA, ribozom ve çekirdekçik sayısı fazladır.

b) Mesajcı RNA (mRNA)

Bilim insanları tarafından ilk keşfedilen ve hücrede miktarı en az olan RNA çeşididir. Jacob, Monod ve Lwoff enzimlerin genetik kontrolü ve virüs sentezi ile ilgili keşiflerinden dolayı 1965 yılında aldıkları Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü ile protein sentezindeki genetik kontrolü ve mRNA'nın buradaki rolünü açıklamışlardır. Hipotezlerinde; sentezlenecek protein çeşidi için DNA'nın bir zincirinden kalıp olarak sentezlenen RNA çeşidinin çekirdekten çıkıp ribozoma bağlandığını ve protein sentezine kalıplık ettiğini ileri sürmüşlerdir. Protein sentezine kalıplık eden bu RNA'ya **mesajcı RNA** adını vermişlerdir.

DNA'da bulunan aktif gen çeşidi kadar mRNA çeşidi vardır. Sentezlenecek olan protein bilgisini taşıyan genden mRNA sentezlenir. Bir hücrede aynı tip mRNA'dan çok fazla sayıda üretilebilir.

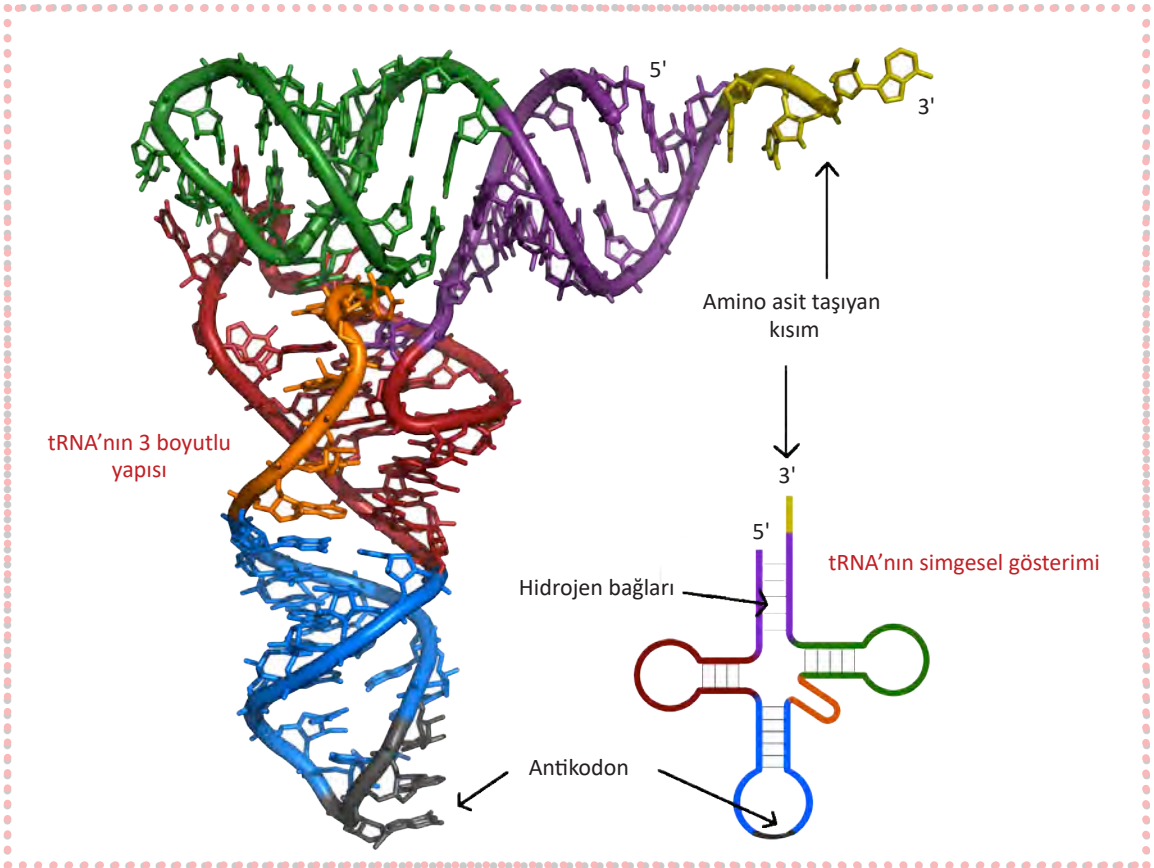
mRNA'daki nükleotit dizilimi; sentezlenecek olan proteinin amino asitlerinin çeşidini, sırasını ve sayısını belirler. mRNA'da 3'lü baz dizilimlerinden oluşan **kodonlar** vardır. Her amino asit, mRNA'da bir kodona karşılık gelir. Hücrede ihtiyaç duyulan protein sentezlendikten sonra mRNA yıkılır. İhtiyaç hâlinde DNA'dan ilgili mRNA sentezlenir (Görsel 1.20).



Görsel 1.20: mRNA'nın oluşumu ve aktifleşmesi

c) Taşıyıcı RNA (tRNA)

tRNA; protein sentezinde kullanılacak olan uygun amino asitleri, sitoplazmadan ribozoma taşır. tRNA yaklaşık 80 nükleotitten oluşur ve DNA üzerinden sentezlenir. Diğer RNA çeşitlerinden farklı olarak tRNA, belirli bölgelerindeki bazların hidrojen bağlarıyla birleşmesi sonucu üç boyutlu bir yapı kazanır (Görsel 1.21). tRNA'da, mRNA'daki kodonlara karşılık gelen üçlü baz dizilerine **antikodon** denir. Antikodon ipliğinin uygun olan uç kısmında amino asidi tanıyan ve taşıyan kısım vardır. tRNA'lar protein sentezi sırasında tekrar tekrar kullanılabilir. Yapısı bozulan tRNA'lar parçalanır ve yeniden yapılır.



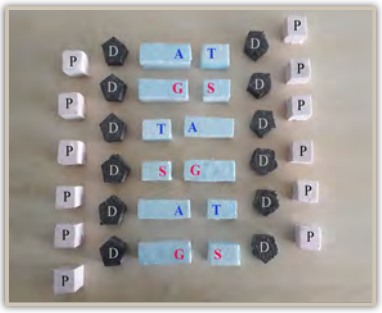
Görsel 1.21: Taşıyıcı RNA (tRNA)

1. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : DNA modeli yapılması
ETKİNLİĞİN AMACI : DNA modeli yapmak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 1 hafta
ARAÇ GEREÇ : Farklı renklerde yalıtım straforu, bisturi, yapıştırıcı, cetvel, kürdan, tahta çay karıştırıcı, makas, tahta kalemi

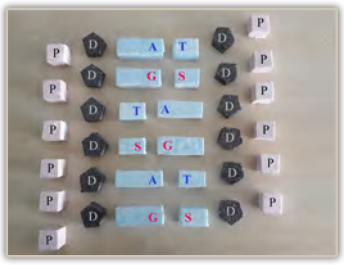
ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Sınıfınızdaki arkadaşlarınızla altışar kişilik gruplar oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla iş bölümü yaparak araç gerecinizi hazırlayınız.
2. Farklı renklerdeki straforlardan (Boyama ile farklı renk yapabilirsiniz.) 2,5 cm x 7,5 cm, 2,5 cm x 3 cm boyutlarında altışar dikdörtgen prizma kesiniz.
3. Farklı renk strafordan kenar uzunluğu 2 cm olan 12 adet düzgün beşgen kesiniz.
4. Farklı renk strafordan kenar uzunluğu 2,5 cm olan 12 adet küpü keserek hazırlayınız.
5. Hazırladığınız şekillerin üzerine Görsel 1.22'de olduğu gibi tahta kalemi ile moleküllerin sembollerini yazınız.
6. Tahta çay karıştırıcılarını boyuna ortadan ikiye bölünüz. Uçlarını sivrileştiriniz. Görsel 1.23'teki gibi nükleotitleri oluşturunuz.
7. Oluşturduğunuz nükleotitleri, kürdan yardımı ile A,T ve G,S eşleşmesine uygun olarak birleştiriniz (Görsel 1.24).
8. Her bir nükleotit çiftini, tahta karıştırıcılarla Görsel 1.25'te olduğu gibi çapraz olarak birleştiriniz. Aynı işlemi diğer tüm nükleotit çiftleri için de yapınız. Eklenen her nükleotit çiftini, açı yapacak şekilde eklemeyi unutmayınız (Görsel 1.26).

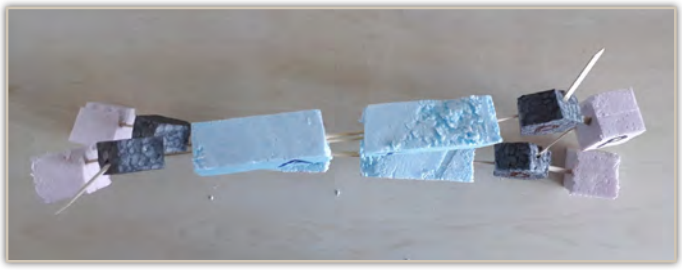


Görsel 1.22

Görsel 1.23



Görsel 1.24



Görsel 1.25

NOT: Yukarıda verilen etkinlikteki malzemeler sadece fikir verme amaçlıdır. Siz de grup arkadaşlarınızla farklı malzemeler kullanabilirsiniz.

DEĞERLENDİRME

1. Farklı grupların yaptığı modelleri sınıfta inceleyiniz. Modelinizin başarısını grup içinde değerlendiriniz.
2. DNA molekülündeki nükleotitler arasında farklı sayıda hidrojen bağlarının bulunması, DNA molekülünün hangi özelliği kazanmasını sağlar?

Görsel 1.26

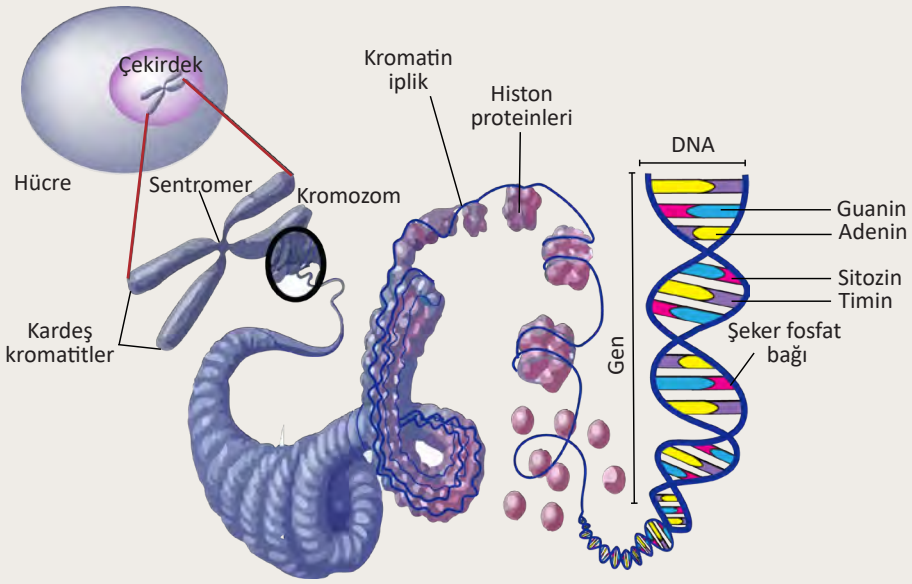
1.3. Hücredeki Genetik Maddenin Organizasyonu

Canlılarda bulunan en büyük kalıtım birimi kromozomdur. Canlıların kromozom sayısı türe özgüdür. Ancak farklı türdeki canlıların kromozom sayısı aynı olabilir. Örneğin insan, kurtbağrı bitkisi (Görsel 1.27) ve moli balığında (Görsel 1.28) bulunan kromozom sayısı 46'dır.

Görsel 1.27: Kurtbağrı bitkisi

Görsel 1.28: Moli balığı

Kromozomlar, kromatin ipliklerden oluşur. Kromatin iplikler ise DNA'nın histon proteinlerine sarılmasıyla meydana gelir. DNA üzerinde nükleotitlerden oluşan ve proteinlerin şifrelenmesinden sorumlu gen adı verilen bölümler vardır. Genler de çok sayıda nükleotitten oluşmuştur (Görsel 1.29).



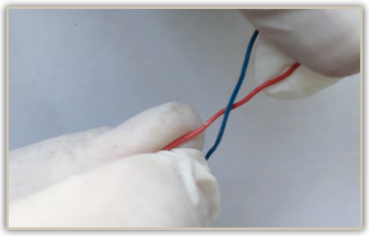
Görsel 1.29: Nükleotitten kromozoma

2. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Kromozomun modellenmesi
ETKİNLİĞİN AMACI : Parçadan bütüne genetik materyallerin organizasyonunu kavramak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 1 saat
ARAÇ GEREÇ : İkişer metre uzunluğunda 2 adet farklı renkli kablo tel, 30 adet silindir şeklinde küçük boncuklar

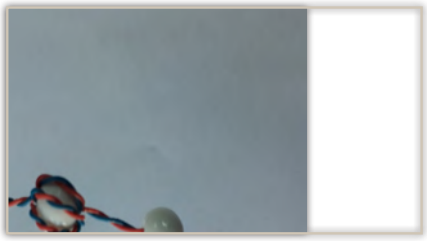
ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Farklı renkteki bakır telleri, birbiri üzerine çapraz olarak yerleştiriniz (Görsel 1.30). Telleri kıvırarak DNA modeli yapınız (Görsel 1.31).
2. Bakır tellerden yapmış olduğunuz DNA modellerini, histon proteinlerini temsil eden silindirik küçük boncukların içinden geçiriniz (Görsel 1.32). DNA modelini, boncukların üzerine sarınız (Görsel 1.33).
3. Boncuk ve kablolardan yapmış olduğunuz düzeneği kendi üzerinde sarmal yapacak şekilde bükünüz (Görsel 1.34).
4. Elde ettiğiniz yapıya istediğiniz şekli vererek kromozom modeli elde ediniz.

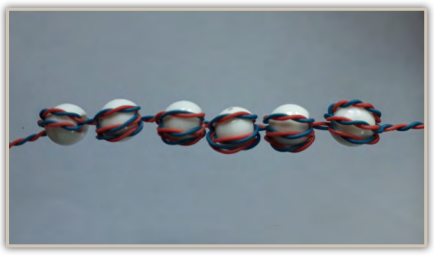


Görsel 1.30

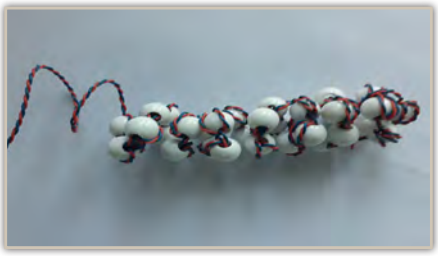
Görsel 1.31



Görsel 1.32



Görsel 1.33



Görsel 1.34

NOT: Yukarıda verilen etkinlikteki malzemeler sadece fikir verme amaçlıdır. Siz de grup arkadaşlarınızla farklı malzemeler kullanabilirsiniz.

DEĞERLENDİRME

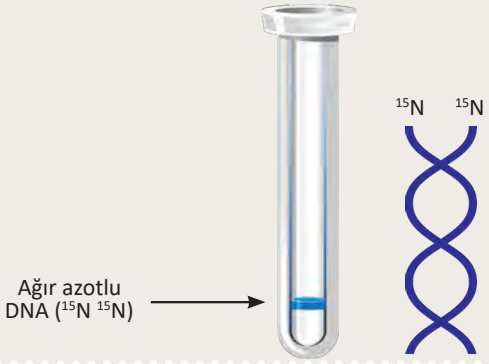
1. Arkadaşlarınızın yapmış oldukları kromozom modellerini sınıfta inceleyerek değerlendiriniz.
2. Kromozomda hangi yapılar vardır?

1.4. DNA'nın Kendini Eşlemesi (Replikasyon)

DNA molekülü, hücre bölünmesi öncesinde kendini eşler ve yeni oluşacak hücrelere kalıtım bilgisinin eşit miktarda aktarılmasını sağlar. DNA'nın kalıtım materyali olarak keşfedilmesinden sonra 1958 yılında, Matthew Meselson (Methiv Meselsın) ve Franklin Stahl (Franklin Sıtal) DNA eşlenmesi üzerine deneyler yapmışlardır. Bu bilim insanları, yaptıkları deneyler sonucunda DNA'nın kendini **yarı korunumlu (semikonservatif)** eşlediğini ispat etmişlerdir.

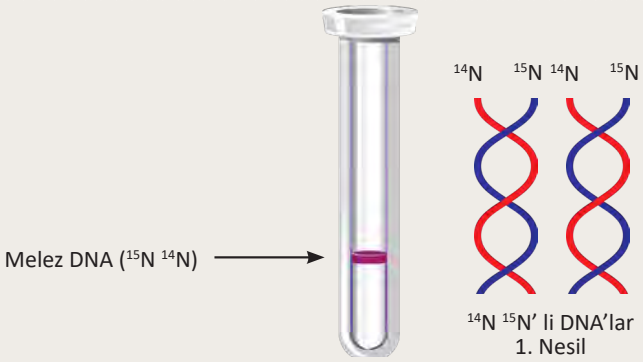
Meselson ve Stahl, yaptıkları deneyde ^{14}N ve ^{15}N içeren besi ortamı ve *E. coli* bakterisini kullanmışlardır. ^{14}N normal azot, ^{15}N azotun ağır izotopudur.

1. Meselson ve Stahl deneyin ilk aşamasında ^{15}N içeren besi ortamında *E. coli* bakterisini çoğaltmışlar ve bu kültürdeki *E. coli* bakteri DNA'larının ^{15}N içermesini sağlamışlardır. Daha sonra bakterilerin DNA'sı izole edilip, tüp içerisinde santrifüj edildiğinde tüpün altında bantlaşma gözlemlenmiştir (Görsel 1.35).



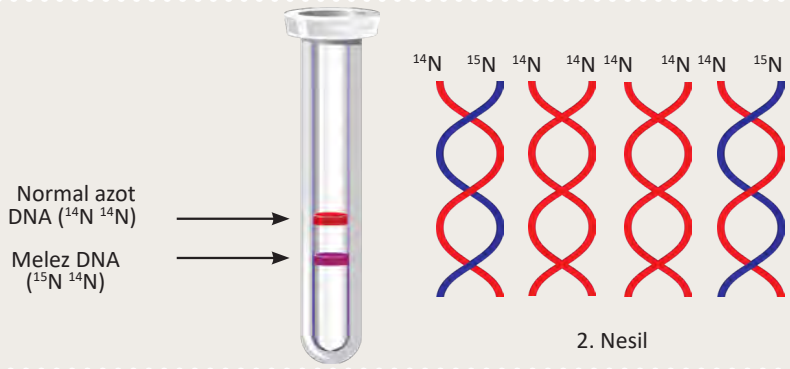
Görsel 1.35: ^{15}N içeren DNA

2. ^{15}N içeren DNA'ya sahip bakteriler, ^{14}N içeren ortamda bir nesil çoğaltılmıştır. Çoğalma sonunda bakterilerin DNA'ları santrifüj edildiğinde deney tüpünün orta kısmında bir bantlaşma görülmüştür (Görsel 1.36). Meselson ve Stahl; bu durumu birinci nesildeki bakteri DNA'larının ipliklerinden birinin ağır azot, diğerinin normal azot taşımasıyla açıklamışlardır.



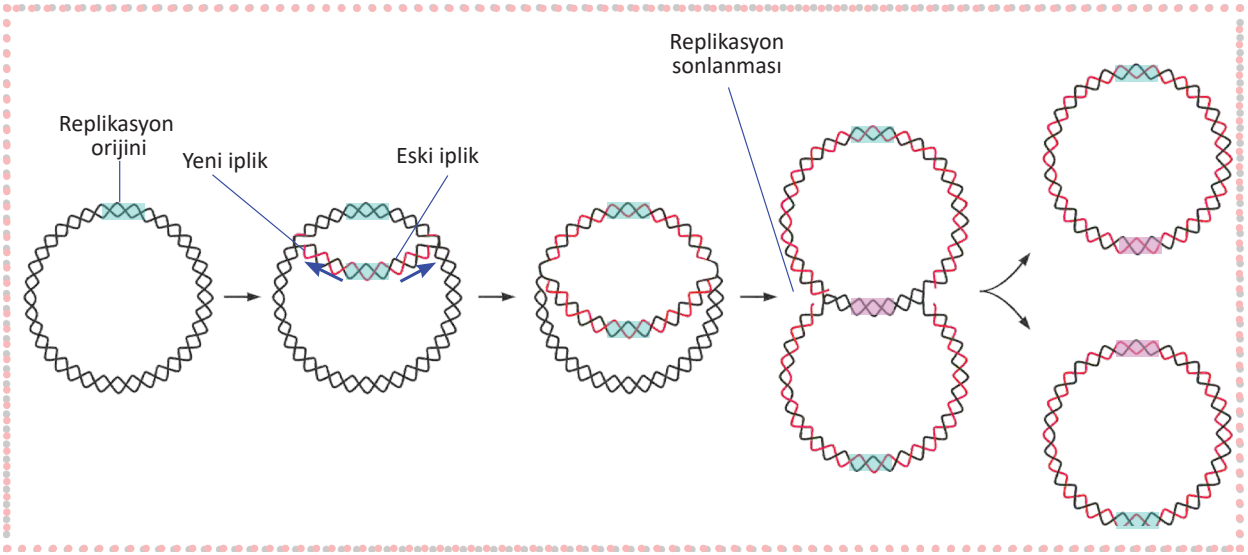
Görsel 1.36: $^{14}N^{15}N$ içeren melez DNA

3. Birinci nesil bakteriler (melez DNA' ya sahip), ^{14}N içeren ortamda 20 dakika daha bekletilerek üremeleri sağlanmıştır. Elde edilen ikinci nesil bakterilerin DNA'ları santrifüj edilmiştir. Bantlaşmanın tüpün ortasında ve üstünde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum; ikinci nesildeki bakterilerin %50'sinin ^{14}N içerdiği, %50'sinin ise hem ^{14}N hem de ^{15}N içerdiği sonucunu ortaya çıkarmıştır (Görsel 1.37). Meselson ve Stahl, yaptıkları bu deneyle DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğini ispatlamışlardır.



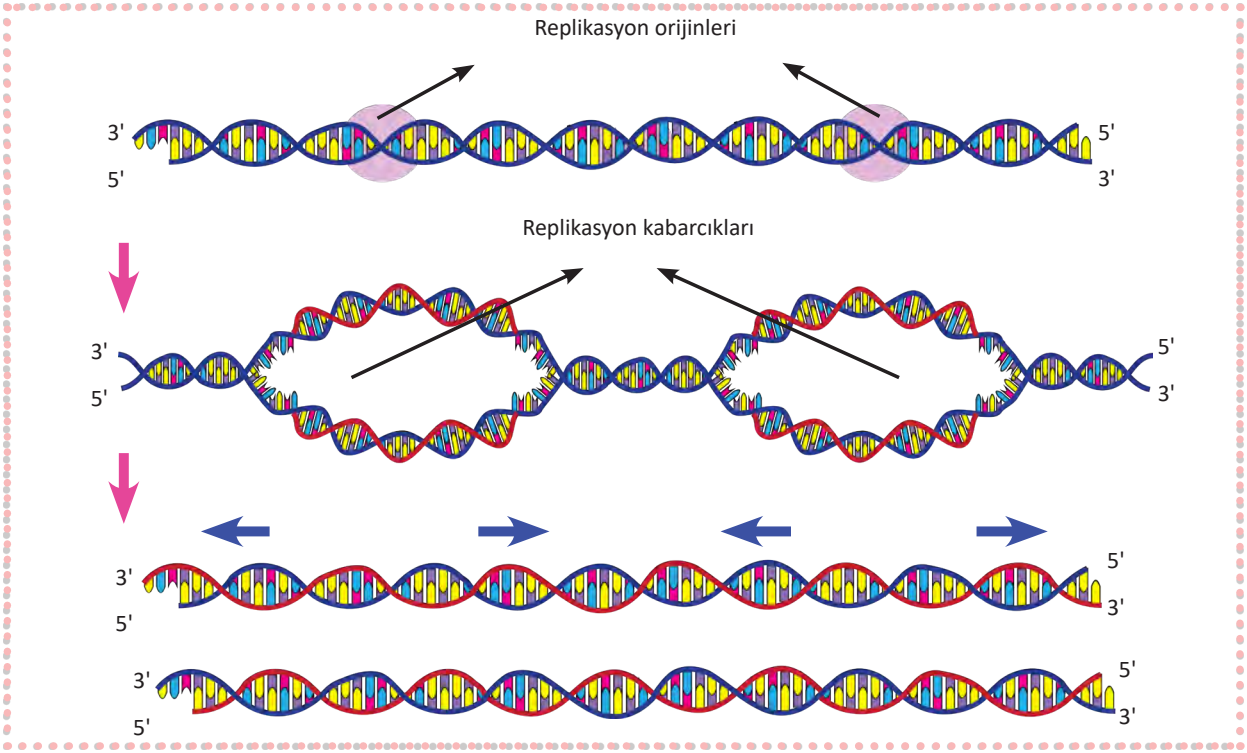
Görsel 1.37: Normal (^{14}N ^{14}N) ve melez (^{14}N ^{15}N) DNA

DNA'nın replikasyonu, küçük farklılıklar olsa da ökaryot ve prokaryot hücrelerde aynı şekilde gerçekleşir. Prokaryotlarda DNA halkasal olduğu için replikasyon, **replikasyon orijini** adı verilen özel bölgeden başlar. İki yönde devam ederek tek noktada sonlanır. Sonuçta birbirinin aynısı, iki halkasal DNA elde edilmiş olur (Görsel 1.38).



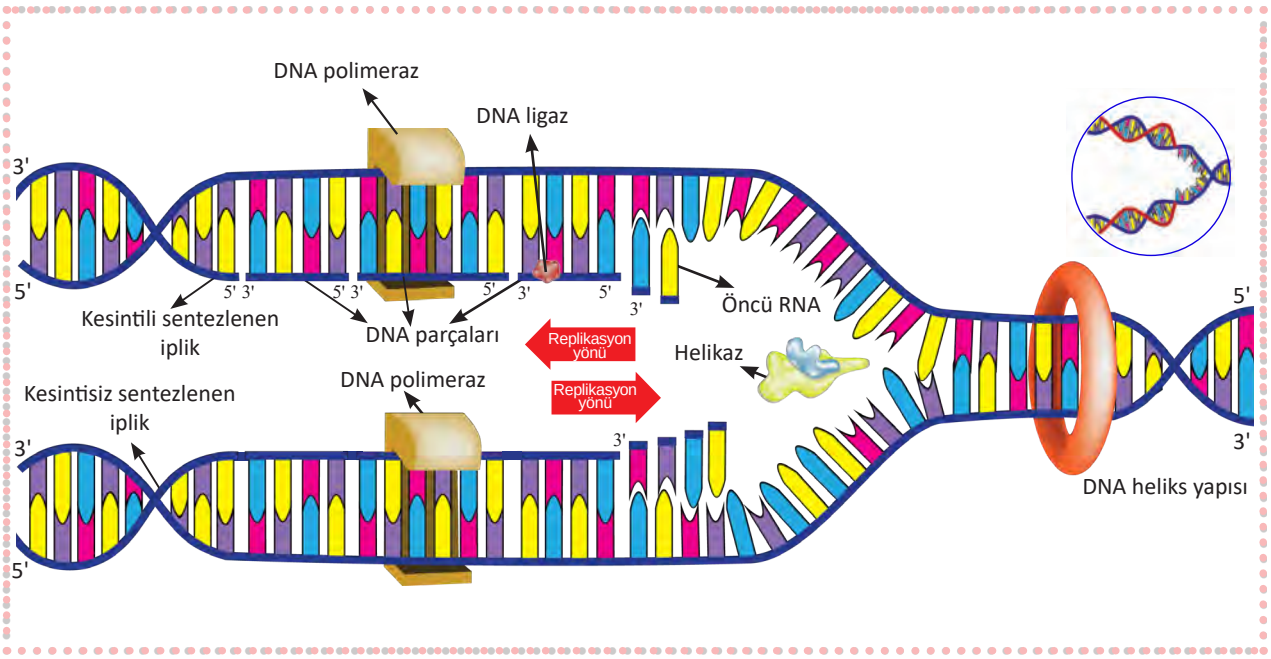
Görsel 1.38: Prokaryotlarda DNA'nın replikasyonu

Ökaryot hücrelerde DNA doğrusaldır. Prokaryot hücrelerdekinin aksine ökaryot hücrelerde çok fazla sayıda replikasyon orijini bulunur (Görsel 1.39). Bu sebeple ökaryot hücre DNA'sı, prokaryot hücre DNA'sından uzun olmasına karşın replikasyonu daha kısa sürede tamamlar. Ökaryotlarda DNA'nın replikasyonu başladığında öncelikle replikasyon orijinlerine **helikaz** adı verilen enzim bağlanır. Bu enzim, DNA'nın sarmal (helix) yapısını açar.



Görsel 1.39: Ökaryot hücre DNA'sında replikasyon

DNA polimeraz enzimi, DNA ipliğinin sadece 3' ucundaki nükleotidin yanına yeni nükleotit ekleyebilir. Böylece zincirlerden biri, 5' ucundan 3' ucuna doğru kesintisiz olarak sentezlenir. Diğer zincir kesintisiz bir şekilde sentezlenemez. Kesintili zincirin sentezi, replikasyon çatalının ilerlediği yönün ters yönünde ilerler. Daha küçük olan kesintili parçalar sentezlenir ve her yeni parçanın 3' ucuna bir nükleotid eklenir. DNA polimeraz, eksik nükleotitlerin yerine yenisini koyarken **DNA ligaz** ise yeni sentezlenen DNA ipliğindeki parçaları birbirine bağlar (Görsel 1.40). Böylece her iki iplik de eksiksiz sentezlenmiş olur.



Görsel 1. 40: DNA'nın replikasyonu

Tomas Lindahl (Tomas Lindol), Paul Modrich (Pol Mudriç) ve Aziz Sancar; hücrelerin moleküler düzeyde hasar gören DNA'larının nasıl onarıldığını ve genetik bilgisini nasıl koruduğunu haritalandıran araştırmalar yaptılar. Bu çalışmaları ile 2015 Nobel Kimya Ödülü'nü aldılar. Bu üç bilim insanının yaptığı çalışmalar hücrelerin DNA onarımında nasıl çalıştığı konusuna ışık tutmuştur.

Görsel 1.41: Aziz Sancar

Aziz Sancar, 8 Eylül 1946 tarihinde Mardin ilinin Savur ilçesinde doğmuştur. 1971 yılında İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesini bitirmiştir (Görsel 1.41). Kısa bir süre Savur'da çalıştıktan sonra çalışmalarına Amerika'da devam etmiştir. Aziz Sancar yalnızca yürüttüğü bilimsel çalışmalarla değil, bilimsel başarıyı sağlayan hayat felsefesiyle de örnek olmuştur. Aziz Sancar, **"Başarılı olmak Nobel almak değildir. Başarılı olmak ailenize, memleketinize, vatanınıza, insanlığa hizmet etmek demektir."** diyerek vatan ve millet sevgisini ortaya koymuştur.

Okuma Parçası

"ÇALIŞMAK AİLEMİZE, MİLLETİMİZE VATAN, NAMUS BORCUDUR."

Nobel ödüllü Türk bilim insanı Prof. Dr. Aziz Sancar, eşi Güven Sancar ile İstanbul Teknik Üniversitesini (İTÜ) ziyaret ederek Süleyman Demirel Kültür Merkezinde "Nobel konuşması" yaptı.

Konuşmasında ödül sürecini, ödül sonrası verdiği konferansları, yayımlanmış ve yayımlanmamış çalışmalarını anlatan Sancar; kendisine "Nobel hayatınızı nasıl değiştirdi?" diye sorulduğunu kaydetti.

Aziz Sancar, "Tabii çok değiştirdi, sağ olsun devletimiz, Türk halkı ve bütün Türk dünyası çok ilgi gösterdi. Ülkemde resmim basılarak özel posta pulu üretildi, Empire State (Empayr Steyt) binasında bir hafta boyunca resmim gösterildi. Sonra da benim için bir çizgi roman yaptılar ve yayımladılar." diye konuştu.

Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan'ın Türkiye'ye gelmesini istediğini ifade eden Sancar, "Cumhurbaşkanı isteyince Türkiye'ye gelirim tabii. Cumhurbaşkanımızın kendisine de milletimizin, devletimizin bize gösterdiği ilgiden ne kadar memnun olduğumu söyledim ve teşekkür ettim." dedi.

Konuşmasının sonunda gençlere seslenen Sancar, şu tavsiyelerde bulundu:

"Gözünüzü seveyim politikayla uğraşmayın, onu yapanlar var. Çok çalışın. Ne yaparsanız, iyi yapmaya çalışın. Çalışmadan olmaz. Ben öğrenciyken günde 18 saat çalışırdım. Gazeteler yazmıştı, çok zaman gecelerimi laboratuvarda geçirdim. Çalışmak kendimize, ailemize, milletimize vatan, namus borcudur. O yüzden elimden geldiği kadar çok çalışıyorum."

Cumhurbaşkanı Başdanışmanı Prof. Dr. Davut Kavranoğlu, Sancar'ın Nobel aldığını Cumhurbaşkanı Erdoğan ile Japonya'da bulundukları sırada öğrendiğini hatırlatarak şunları anlattı:

"Bir önceki gün Japonlar bize Nobel Fizik Ödülü'nü aldıklarını söylemişlerdi ve bundan gurur duyuyorlardı. 'Türk-Japon Üniversitesinin Mütevelli Heyetine, Nobel ödüllü bir bilim insanı koyacağız. Böyle güzel bir katkı sunuyoruz.' diyerek bunu bize pazarlıkta kullanıyorlardı. Ertesi gün toplantı sırasında bir Japon arkadaşımız gelip kulağımıza dedi ki, 'Aziz Sancar, Nobel Ödülü aldı.' 'Şaka mı yapıyorsun?' dedim. Ertesi gün Japonlara 'Bakın biz Türkler de Nobel Ödülü alabiliyoruz.' dedim. Aziz Sancar'a Türkiye'ye Nobel gururunu yaşattığı için teşekkür ediyorum."

http://www.trthaber.com/haber/turkiye
22.05.2016
(Düzenlenmiştir.)

2. BÖLÜM
GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde protein sentezinin mekanizmasını, genetik mühendisliği ile biyoteknolojinin uygulama alanlarını ve sentetik biyoloji uygulamalarını öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

antibiyotik, antikodon, biyoetik, biyogüvenlik, biyoteknoloji, DNA parmak izi, gen terapisi, genetik şifre, genetik danışmanlık, genetik mühendisliği, insülin, klonlama, kod, kodon, kök hücre, model organizma, RNA polimeraz, protein sentezi transkripsiyon, translasyon, yapay doku/organ

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Nesli tükenmiş canlıların fosillerinden elde edilen DNA'lar ile yeniden yaşama döndürülmesi konulu filmler vardır. Böyle bir olay, gerçek hayatta mümkün olabilir mi?
2. Genetiği değiştirilmiş organizmalarla ilgili medyadan duyduğunuz haberler nelerdir?
3. Ebeveynlerimizle benzer özelliklerimizin olmasının sebebi nedir?

2. GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

2.1. Genetik Şifre

DNA molekülünde genetik bilgi bulunur. Genetik bilgi, özel genetik şifrelerden meydana gelir. Tüm canlılarda görev yapan genetik şifreler, adenin, guanin, sitozin ve timin nükleotitlerinin değişik kombinasyonları ile oluşur. Bu dört nükleotidin DNA üzerindeki sayıları ve dizilişleri, canlılar arasında farklılıklara neden olur. Örneğin alfabedeki harflerin bir araya gelmesiyle kelimeler, kelimelerden ise cümleler oluşur. Gendeki nükleotitlerden oluşan şifreler, amino asitleri; amino asitlerden oluşan proteinler de canlıların özelliklerini belirler. Harflerle oluşturduğumuz kelimelerin ve cümlelerin bir anlamı olduğu gibi DNA üzerindeki nükleotitlerden oluşan genlerin de anlamları vardır.

DNA'da dört çeşit nükleotitin üçerli gruplar hâlinde dizilmesine **genetik şifre** denir. Genetik şifrenin 3 nükleotitten oluşması (4^3=64) canlıdaki 20 çeşit aminoasidi şifrelemek için yeterlidir. Eğer genetik şifre tek bir nükleotitten oluşsaydı (4^1=4) veya iki çeşit nükleotitten oluşsaydı (4^2=16) 20 çeşit aminoasidi şifrelemek için yeterli olmazdı.

DNA'dan sentezlenen mRNA üzerindeki üçlü nükleotit dizisine **kodon** denir. DNA'dan sentezlenen mRNA, genetik şifrenin kopyasını ribozoma götürerek protein sentezine kalıplık eder. tRNA'da mRNA'daki kodonun tamamlayıcısı olan üçlü nükleotit dizisine **antikodon** denir. Sitoplazmadaki tRNA'lar antikodonlarına uygun amino asitleri sıra ile ribozoma taşır. Her kodon bir amino asidi şifreler, fakat bir amino asit çok sayıda kodon tarafından şifrelenebilir. Örneğin AUG şeklinde sentezlenen bir kodon, proteinin yapısındaki metiyonin amino asidine karşılık gelmektedir. Fenilalanin amino asidi hem UUU hem de UUS kodonları ile şifrelenir (Tablo 1.2). Bu durum canlının bazı mutasyonlardan korunmasını da sağlar.

Protein sentezini başlatan kodon AUG kodonudur ve metiyonin amino asidini şifreler. UAA, UAG ve UGA kodonlarının hiçbir amino asidi şifrelemediği belirlenmiştir. Bu kodonlar, protein sentezini durdurma (stop) görevini yerine getirir. Protein sentezi sırasında durdurucu kodonlara karşılık amino asit ve tRNA gelmez. Bu nedenle 64 çeşit kodonun 61 tanesi, 20 amino asidi kodlamaktadır. Geriye kalan üç kodon ise hiçbir amino asidi kodlamaz.

Tablo 1.2: Amino Asitler ve Bunlara Karşılık Gelen Kodonları

BİRİNCİ BAZ SIRASI	İKİNCİ BAZ SIRASI: U		S		A		G		ÜÇÜNCÜ BAZ SIRASI
U	UUU	Fenilalanin	USU	Serin	UAU	Tirozin	UGU	Sistein	U
	UUS		USS		UAS		UGS		S
	UUA	Lösin	USA		UAA	Stop kodonu	UGA	Stop kodonu	A
	UUG		USG		UAG		UGG	Triptofan	G
S	SUU		SSU	Prolin	SAU	Histidin	SGU	Arjinin	U
	SUS		SSS		SAS		SGS		S
	SUA		SSA		SAA	Glutamin	SGA		A
	SUG		SSG		SAG		SGG		G
A	AUU	İzolösin	ASU	Treonin	AAU	Asparajin	AGU	Serin	U
	AUS		ASS		AAS		AGS		S
	AUA		ASA		AAA	Lizin	AGA	Arjinin	A
	AUG	Metiyonin	ASG		AAG		AGG		G
G	GUU	Valin	GSU	Alanin	GAU	Aspartik Asit	GGU	Glisin	U
	GUS		GSS		GAS		GGS		S
	GUA		GSA		GAA	Glutamik Asit	GGA		A
	GUG		GSG		GAG		GGG		G

BİLİYOR MUSUNUZ?

Bilimsel bir çalışma sırasında bir bakteri türünde bilinen 20 çeşit amino asitin dışında iki yeni aminoasit bulunmuştur. Diğer canlıların hiçbirinde rastlanılmamış olan bu aminoasitlerin modifikasyon sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Bu konuda araştırmalar devam etmektedir.

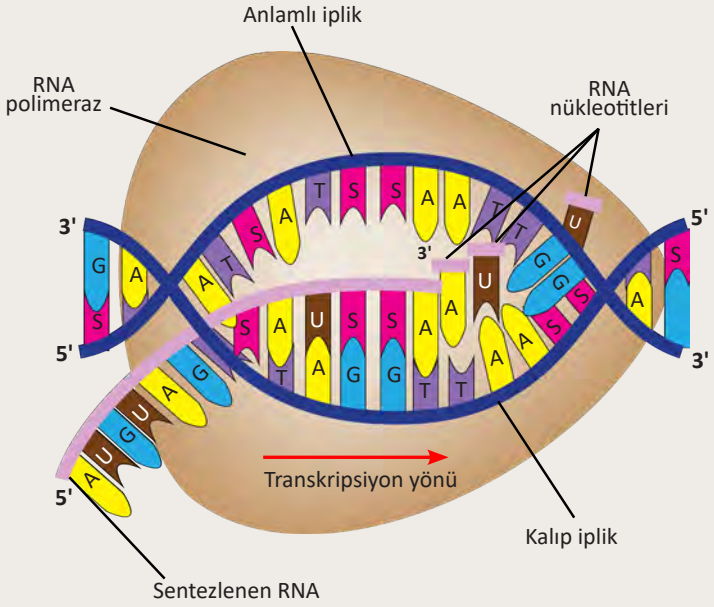
2.2. Protein Sentezi

DNA'daki bilgi kullanılarak ribozomlarda protein üretilmesine **protein sentezi** denir. Protein sentezi tüm hücrelerde gerçekleşir. Protein sentezi, ökaryot hücrelerde çekirdekte başlayıp sitoplazmada devam eder. Prokaryot hücrelerde ise protein sentezi çekirdek zarı olmadığından sitoplazmada başlar ve yine burada biter. Protein sentezi iki ana basamakta gerçekleşir.

- DNA'daki şifreye uygun olarak mRNA sentezinin gerçekleştiği **transkripsiyon** (yazılma) evresi,
- mRNA'daki şifreye uygun olarak polipeptidin sentezlendiği **translasyon** (okuma) evresidir.

Transkripsiyon

DNA'dan RNA polimeraz ile mRNA sentezine **transkripsiyon (yazılma)** denir. Transkripsiyon sırasında ilgili genin protein sentezi için gerekli şifreyi taşıyan kısmının ikili sarmal yapısı, RNA polimeraz tarafından kısmi olarak çözülür. DNA'nın iki ipliğinden RNA sentezi için şifre veren ipliğe **kalıp iplik (karşı anlamlı iplik)**, karşısındaki şifre vermeyen ipliğe de **anlamlı iplik** denir. Kalıp iplikteki nükleotitlerin her birinin karşısına mRNA sentezi için uygun nükleotit gelir. DNA'dan mRNA üretilirken replikasyondaki nükleotit eşleşmelerinden farklı olarak mRNA'da timin nükleotidi yerine urasil nükleotidi gelir. Protein sentezi daima AUG kodonu ile başlar. mRNA sentezlendikten sonra çekirdek zarındaki porlardan sitoplazmaya geçerek ribozomun küçük alt birimine bağlanır (Görsel 1.42).



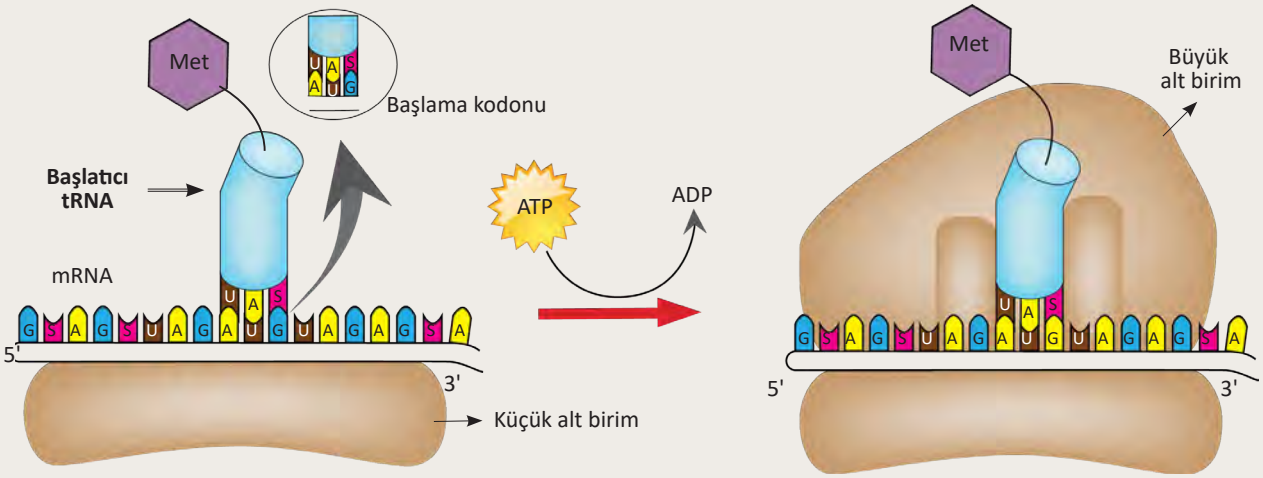
Görsel 1.42: Transkripsiyon

Translasyon

mRNA'nın çekirdekten sitoplazmaya geçerek ribozomun küçük alt birimine bağlanmasıyla translasyon başlar. mRNA'daki AUG'ye (başlatma kodonu) karşılık gelen UAS antikodonuna sahip tRNA, ATP ve enzimlerle aktifleşip metiyonin amino asidini kendine bağlayarak ribozoma getirir. Metiyonin ribozoma getirildikten sonra ribozomun küçük alt birimi ribozomun büyük alt birimine bağlanır ve protein sentezi başlar (Görsel 1.43).

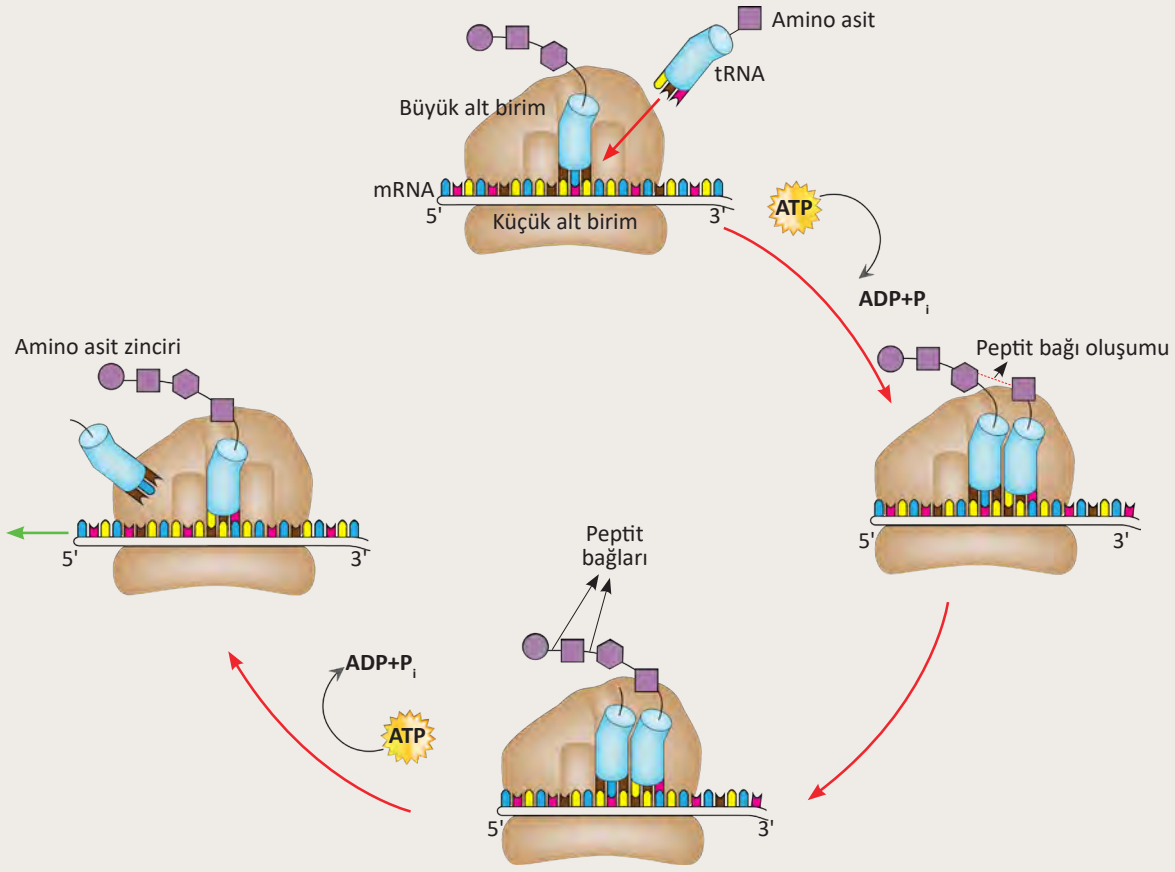
BİLİYOR MUSUNUZ?

Ribozomda tRNA'lar üç bölgede bulunur. Bu bölgelerden birincisi tRNA'nın ribozoma girdiği, ikincisi amino asitlerin birbirine bağlandığı, üçüncüsü ise amino asidi bırakan tRNA'nın ribozomu terk ettiği bölgedir.



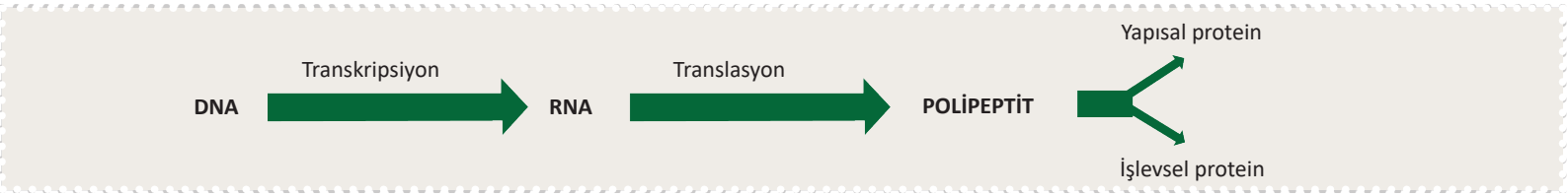
Görsel 1.43: Protein sentezinin başlaması

Daha sonraki aşamada sıradaki kodonlar okunur ve bu kodonlara karşılık gelen antikodonlara sahip tRNA'lar kendi amino asitlerini getirir. Bu amino asitler arasında peptit bağları kurulur. Translasyon ve amino asitlerin birbirine bağlanması, ribozomun mRNA'nın üzerinde kayarak durdurma kodonuna gelmesiyle son bulur. Durdurma kodonuna karşılık gelen antikodona sahip tRNA bulunmadığından buraya amino asit getirilmez. Durdurma kodonu, **sonlanma faktörü** adı verilen proteini bağlar. Bu proteinin etkisiyle sentezlenmiş olan polipeptit zinciri, tRNA'dan koparak serbest kalır. mRNA da ribozomdan ayrılır ve serbest kalır (Görsel 1.44). Ribozom alt birimleri de birbirinden ayrılır. Ayrılan bu yapılar, protein sentezinde daha sonra tekrar kullanılabilir.



Görsel 1.44: Protein sentezi

Bir protein çeşidinden çok sayıda üretilmesi gerektiğinde aynı mRNA üzerine çok sayıda ribozomun bağlanması ile oluşan yapıya **polizom** denir. Polizom, bir protein çeşidinden aynı anda çok sayıda üretilmesini sağlar. Üretilen protein, hücre yapısında ve hücre faaliyetlerinde kullanılır (Görsel 1.45).



Görsel 1.45: Protein sentezi basamakları

SIRA SİZDE

Canlılardaki polipeptitlerin farklılıklarının sebebi nedir? Polipeptit sentezleyen bir genin mutasyona uğramasının sonuçları neler olabilir? Yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ARAŞTIRINIZ

Resim, video, animasyon vb. görsel materyallerden yararlanarak protein sentezi mekanizmasını anlatan bir sunum hazırlayınız.

2.3. Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji

İnsanların bilinmeyene olan merakı, çok sayıda buluşun gerçekleşmesini ve bilimsel yöntemlerin geliştirilmesini sağlamıştır. Mikroskobun keşfi, çoğu gelişmenin temelini oluşturmuştur. Bilim insanları önce hücreyi, sonra hücre çekirdeğini tanımlayarak DNA'nın yapısını araştırmıştır. Bu çalışmalarla insan genomu ve birçok organizmaya ait genom dizilimleri belirlenebilmiştir. Bu bilgiler, genetik mühendisliği ve biyoteknoloji çalışmalarını bugünkü noktaya getirmiştir (Görsel 1.46). **Genetik mühendisliği**, canlıların kalıtsal özelliklerinin değiştirilerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına yönelik araştırmalar yapan bilim dalıdır.

Genetik mühendisliği genlerin izolasyonu, çoğaltılması, nükleotit dizilişlerinin belirlenmesi gibi çalışmalarla uğraşır. Bu çalışmalarla canlıların genetik yapısını değiştirerek onlara farklı özellikler kazandırır.

Biyoteknoloji ise canlı organizmaları ve bileşenlerini kullanarak doğal yollarla elde edilemeyen ya da yeteri kadar üretilemeyen maddeleri elde etmek için kullanılan teknolojilerin tümüdür. Biyoteknolojik çalışmalarda temel bilimler ve mühendislik ilkeleri, canlı sistemlere uygulanarak en kısa sürede istenilen ürünlerin elde edilmesi amaçlanır. Protein, antibiyotik, hormon, antikor vb. maddelerin üretimi, yeni özelliklere sahip sebze ve meyvelerin üretimi, tıbbî bitki ve çiftlik hayvanı üretimi, yapay organ ve doku üretimi, atıkların yeniden kullanılabilir hâle getirilmesi bu çalışmalara örnek olarak verilebilir.

Görsel 1.46: Genetik mühendisliği çalışmaları

Genetik mühendisliği, DNA üzerinde yapılan değişikliklerle ilgilenirken biyoteknoloji, genetik mühendisliği yöntemlerini kullanarak ürün elde edilmesi ile uğraşır. Örneğin insanda büyüme hormonu üreten geni izole edip, bakterilere aktararak rekombinant DNA'ya sahip bakteri üretmek genetik mühendisliğinin çalışma alanıdır. Bu bakterilerden çok miktarda büyüme hormonunun ekonomik bir şekilde üretilmesi ise biyoteknolojinin çalışma alanıdır.

Biyoteknoloji uygulamaları çok eskiye dayanmaktadır. Binlerce yıldır mikroorganizmalar kullanılarak ekmek, yoğurt, peynir vb. gıdalar üretilmiştir. Geleneksel ıslah çalışmalarıyla farklı özelliklere sahip canlılar seçilip eşleştirilerek istenen özellikte bitki ve hayvanlar üretilmeye çalışılmıştır. Geleneksel ıslah çalışmalarının bazı yetersizlikleri, genetik mühendisliğinin kullanıldığı modern ıslah yöntemleri ile aşılmıştır.

Modern ıslah yöntemlerine; melezleme, yapay döllenme, poliploidi örnek olarak verilebilir. **Melezleme**, istenilen özelliklerin yavru bireyde sağlanabilmesi için genotipleri farklı iki bireyin çaprazlanmasıdır. Melezleme, tür içinde olabileceği gibi farklı türler arasında da olabilir. Besin değeri yüksek domates ırklarının seçilmesi ile kumato (siyah/kahverengi domates) (Görsel 1.47) elde edilmesi, farklı ırklarının seçilmesi ile çekirdeksiz patlıcan üretilmesi vb. uygulamalar melezlemeye örnek verilebilir. İstenilen özelliklere sahip sperm ve yumurtaların yapay olarak birleştirilmesi yöntemine **yapay döllenme** denir. Hücrelerdeki kromozom sayısının 3n veya daha fazla olmasına **poliploidi** denir. Poliploidi, bitkiler âleminde daha yaygındır. Hayvanlar âleminde çok ender rastlanır. Poliploit bitkiler daha büyük çiçek ve meyvelere sahip oldukları için ticari öneme sahiptir. Poliploidi yöntemi patates, elma, muz, karpuz vb. bitkilere sıkça uygulanmaktadır.

Görsel 1.47: Kumato

Tartışınız

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji arasındaki farklar ve bunların canlı yaşamına olan katkıları ile ilgili bir sunum hazırlayarak sınıftaki arkadaşlarınızla tartışınız.

2.4. Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji Uygulamaları

a) Gen Teknolojileri

Biyolojideki hızlı gelişim, gen teknolojisi ve genetik mühendisliğindeki biyoteknolojik çalışmaları hızlandırmıştır. Canlılar üzerinde uygulanan gen teknolojileri, hayatın birçok alanında yeni ufuklar açmıştır. Genetik çalışmalar yapılırken bilgisayar teknolojisinin de kullanılması, gelişimdeki hızı bir kat daha artırmıştır.

Önemli genetik mühendisliği çalışmalarından biri, genom projeleridir. Bu projelerde biyolojik araştırmalarda önemi olan maya, meyve sineği, fare vb. diğer canlı türlerinin genom haritalarının çıkarılması amaçlanmıştır. 1990 yılında ise insan genomunun haritalanması amacıyla "İnsan Genom Projesi" başlatılmıştır. 13 yıl süren proje sonucunda insan genomunu oluşturan baz çiftlerinin DNA dizilimi çıkarılmıştır. İnsan Genom Projesi ve karşılaştırmalı genomik çalışmalar, diğer organizmalarla çok sayıda ortak genimiz olduğunu göstermiştir. Örneğin insan genlerinin yaklaşık %50'si *Drosophila melanogaster* [Drosofila melanogaster (sirke sineği)] (Görsel 1.48) ile %90'ı ise farelerle ortaktır. İnsanlar üzerinde deney yapmak mümkün olmadığından bilim insanları, deneylerinde model organizmaları kullanmaktadır. İnsanlarda görülen bazı hastalıklar aynı zamanda model organizmalarda da görülür. Bu sebeple ilaçların etkinlik ve güvenilirliğini saptamak, hastalık genlerini tanımlamak gibi çalışmalarda model organizmalar kullanılmaktadır.

Görsel 1.48: Sirke sineği

Model organizmalar, bilim insanlarının üzerinde çalışılması zor olan diğer türler hakkında bilgi edinmek için kullandıkları canlılardır. Genetik çalışmalarda kullanılacak iyi bir model organizma; kolay büyüyebilmeli, kısa sürede nesil verebilmeli, birçok yavru üretebilmeli, kolayca mutasyona uğratılabilmeli ve çaprazlanabilmelidir. Model organizmaları, laboratuvar ortamında üretmek ve bunların üretimlerini devam ettirmek düşük maliyetli ve kolaydır. Yıllar boyunca model organizmalar hakkında çok fazla bilgi edinilmiş olması, bu organizmaların bilimsel çalışmalarda kullanılmasını cazip hâle getirmiştir. Bir model organizma örneği olan *Drosophila melanogaster*, insanda bulunan çeşitli hastalık genlerini taşır. Bundan dolayı *Drosophila melanogaster*i kullanarak insan genlerinin fonksiyonu hakkında bilgi edinilebilir. Bu bilgiler ışığında pankreas kanseri, prostat kanseri, lösemi ve diğer bazı hastalıklarla ilgili çalışmalar yapılabilir. Başka bir model organizma örneği olan *Saccharomyces cerevisiae* [Sakhoromises serevise (maya mantarı)] (Görsel 1.49) ise insana ait hastalık genlerinin benzerlerini taşımasından dolayı yeni ilaçların denenmesinde kullanılır. *Danio rerio* [Danio reyro (zebra balığı)] (Görsel 1.50) model organizması da insana ait birçok hastalık ve gelişim genlerini taşır. Bundan dolayı Alzheimer, kanser ve kalp hastalıklarının tedavisi için geliştirilen yeni ilaçların denenmesinde kullanılır.

Görsel 1.49: Maya mantarı

Görsel 1.50: Zebra balığı

Tartışınız

Bilimsel çalışmalarda aynı model organizmaların kullanılmamasının sebebini araştırarak sınıfta tartışınız.

b) DNA Parmak İzi

Görsel 1.51: DNA parmak izi analizi

Tek yumurta ikizleri dışında her organizmanın genomundaki baz dizilimi farklıdır. Bireylerin çeşitlilik gösteren tekrarlı DNA dizilerinin belirlenmesi, bireyin kendine özgü olan DNA parmak izinin çıkarılmasına olanak sağlar. Her bireyin DNA parmak izi farklıdır (Görsel 1.51).

DNA parmak izi yöntemi, suçluların tespitinde kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu yöntemle olay yerinde bulunan kan, sindirim atığı, tükürük, kıl, tırnak ve doku kalıntıları kriminal çalışmalarla incelenerek suçlunun bulunması sağlanır.

DNA parmak izi yöntemi; safkan hayvan ırklarının belirlenmesi, babalık davaları, bitki ve hayvan türlerinin korunması çalışmaları dâhil çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. DNA'nın şüpheliye ait olup olmadığını tespit etmek için çok çeşitli teknikler kullanılabilir. Son yıllarda bu tekniklerden en sık kullanılanı PCR (polimeraz zincir reaksiyonu) tekniğidir. Hem hızlı çalışılması (sadece birkaç saat) hem de çok küçük miktarda DNA örneğinin (yaklaşık bir nanogram) yeterli olmasından dolayı tercih edilmektedir.

SIRA SİZDE

Bir bilim insanı olsaydınız, bir canlıda var olan özelliği başka bir canlıya aktarmak için hangi yolları izlerdiniz? Yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

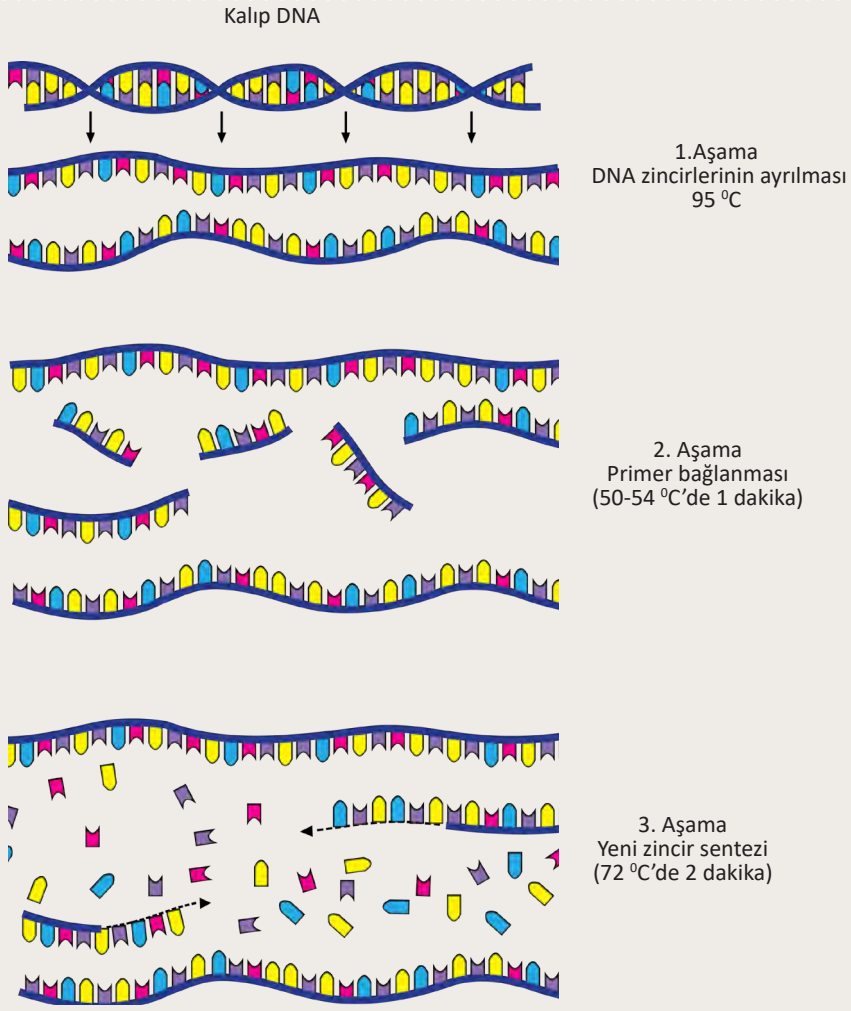
c) Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

PCR, 1985 yılında Kary Mullis (Kari Mullis) tarafından bulunmuştur. Kary Mullis bu buluşu ile 1993 yılında kimya dalında Nobel Ödülü almıştır. **Polimeraz zincir reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction-PCR)**, herhangi bir organizmaya ait genomik DNA'daki özgün bölgelerin çoğaltılmasını sağlayan basit ama çok başarılı bir DNA sentezi yöntemidir. PCR ile belirli DNA parçalarının büyük miktarlarda kopyası üretilebilmektedir.

Aynı DNA'nın çok miktarda kopyasının bulunması araştırmacıların genler üzerindeki çalışmalarını kolaylaştır-

maktadır. Metot basitçe, nükleik asitlerin tüp içerisinde uygun koşullarda çoğaltılması esasına dayanır. DNA'nın iki zincirini bir arada tutan hidrojen bağları, ortam sıcaklığında değişiklikler yapılarak kırılabilir ve tekrar birleştirilebilir. DNA'nın bu özelliği PCR'nin yapılmasına olanak sağlar. PCR, 3 aşamada gerçekleşir.

1. DNA, nükleotit, DNA polimeraz ve DNA primer karışımı 95 °C'de ısıtılır. Çoğaltılmak istenen DNA'nın yüksek sıcaklıkta (çoğunlukla 95 °C) denatürasyonu sağlanır. DNA zincirlerini birbirine bağlayan hidrojen bağları zayıflatılarak iki zincirin birbirinden ayrılması sağlanır. Sonra genellikle 50-55 °C civarına soğutulur.
2. Primerler, ayrılmış olan DNA parçalarına bağlanır.
3. DNA polimeraz, DNA sentezine başlayarak zincirlerin geri kalan bölümlerinde tamamlayıcı olan yeni zincirleri oluşturur. Bu süreç çoğunlukla 72 °C'de yürütülür (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: Polimeraz zincir reaksiyonu

PCR yönteminin gelişmesinde en büyük katkıyı *Thermus aquaticus* (Termus akuatikus) bakterisinden izole edilen Taq DNA polimeraz enziminin bulunması yapmıştır. Çünkü bu enzim, yüksek sıcaklıklara dayanabilen bir enzimdir. PCR yaygın olarak tıbbî ve biyolojik araştırma laboratuvarlarında kalıtsal hastalıkların teşhisi, genetik parmak izlerinin tanımlanması, İnsan Genom Projesi ve diğer genom projelerinde, genlerin klonlanması, babalık testi ve DNA hesaplaması gibi değişik konularda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

ç) Jel Elektroforez Tekniği

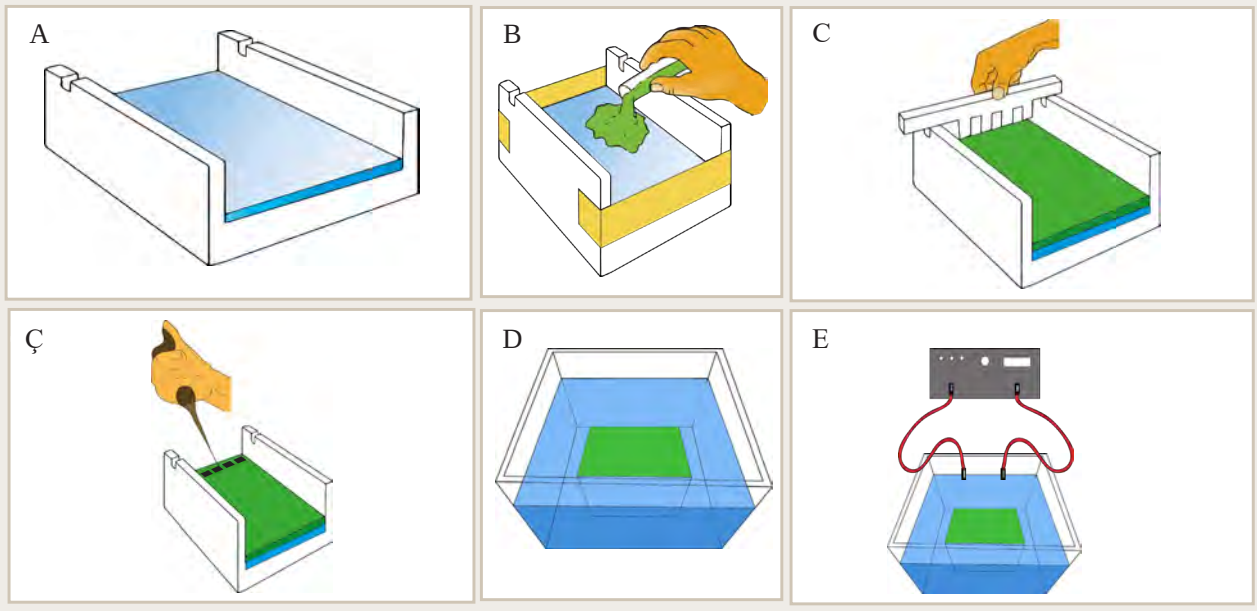
Jel elektroforezi, saflaştırılmış nükleik asit ve proteinlerin molekül ağırlığı, miktarı ve alt tiplerinin saptanmasında yaygın olarak kullanılan moleküler bir inceleme yöntemidir. En çok kullanılan jel elektroforezi yöntemleri, **agaroz jel elektroforezi** ve **poliakrilamid jel elektroforezi**dir. Nükleik asitler için genellikle agaroz jel, proteinler için ise poliakrilamid jel elektroforezi kullanılmaktadır. Poliakrilamid jel elektroforezi hemen hemen tüm protein tiplerinin analizinde uygulanabilmektedir. Elektroforetik analiz, elektriksel bir alanda ve ortamda çözünmüş moleküllerin elektrik yüklerine göre göç etmeleri prensibine dayanır. Büyük moleküller jel üzerinde yürümekte zorluk çekerken küçük moleküller daha hızlı ve rahat hareket edebilir. Molekülün anoda (+ kutup) ya da katoda (- kutup) doğru hareket etmesi, molekül üzerindeki net yük ile belirlenir. DNA ve RNA molekülleri, serbest fosfat gruplarından dolayı eksi yüklü moleküllerdir. Bu nedenle jel üzerinde katottan anoda doğru hareketlenirler. Protein molekülleri üzerlerinde hem artı hem de eksi yükler taşıdıkları için üzerlerindeki net yük miktarı ortamın pH'si değiştirilerek istenirse artı, istenirse eksi hâle getirilebilir. Mesela ortam pH'sinin 5'ten büyük olduğu durumlarda proteinler, eksi yüklenirler ve jel üzerinde anoda doğru hareketlenirler. Bu göç hızı molekülün büyüklüğüne, yapısına, ortamın yoğunluğuna, iyonik kuvvete ve uygulanan akıma bağlı olarak değişmektedir. Kullanılan molekülün jel üzerindeki yerini belirlemek için ortamda UV ışığı altında floresan etki gösteren etidyum bromürün (EB) veya benzeri bir ışıyıcı maddenin bulunması gerekmektedir.

Elektroforez deneyleri tampon çözeltileri içinde yapılır. Bunun iki temel nedeni vardır. Birinci neden akımın geçişini sağlamak için ortamın elektrolit miktarını artırmaktır. İkinci nedense ortamın pH'sinde meydana gelebilecek radikal değişimlere izin vermemektir.

Agaroz jel hazırlama aşamaları

- Agaroz jel tankının hazırlanması (Görsel 1.53/A),
- Agaroz jelin jel tankına dökülmesi (Görsel 1.53/B),
- Tarağın jel tankına dökülen agaroz jelin başlangıç noktasına yerleştirilmesi (Görsel 1.53/C),
- DNA örneklerinin agoroz jel içerisindeki tarakla açılan bölümlere otomatik pipet yardımıyla yerleştirilmesi (Görsel 1.53/Ç),
- Jel tankının yürütme kabına yerleştirilmesi, voltajın ayarlanması ve elektroforeze başlanması (Görsel 1.53/D-E),

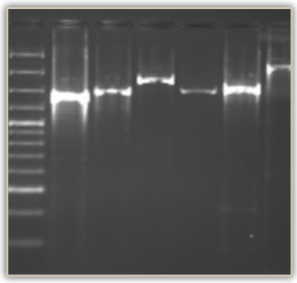
Jel tankı yürütme işleminden sonra görüntüleme cihazına konularak görüntünün elde edilmesi sağlanır.



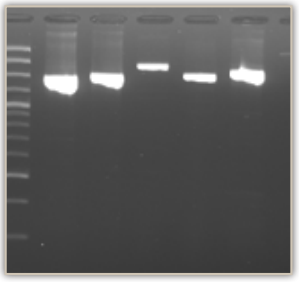
Görsel 1.53: Agaroz jel hazırlama aşamaları

Farklı DNA örneklerinin agoroz jel elektroforez yöntemiyle elde edilmiş görüntüleri Görsel 1.54, 1.55, 1.56'da verilmiştir. Bu görüntülerden hareketle DNA parçaları üzerinde bulunan bazların yeri, miktarı ve hatta DNA'nın ağırlığıyla ilgili çalışmalar yapılabilir.

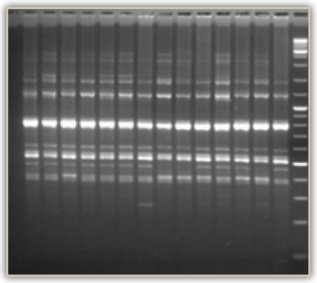
Agaroz jel elektroforez tekniği; çeşitli amaçlar için izole edilen DNA ve RNA'ların tanımlanabilmesi, temizliğinin kontrolü, hangi formda olduğunun belirlenebilmesi, büyüklüğünün saptanabilmesi ve özellikle genetik mühendisliği teknikleri ile DNA yapısında oluşturulan değişikliklerden sonra elde edilen yeni formların incelenmesi yönünden genetik alanında önemli bir deneysel sistem oluşturmaktadır. Özellikle tıpta ve biyokimyada kandaki çeşitli protein ve lipitlerin ayrılması, tanınması ve miktarlarının ölçülmesinde bu teknikten yararlanılabilir.



Görsel 1.54: DNA parmak izi



Görsel 1.55: DNA parmak izi



Görsel 1.56: DNA parmak izi

d) Kök Hücre

Kök hücreler; kendini yenileme özelliğine sahip olan, vücut içinde veya uygun şartlar sağlandığında laboratuvar ortamında birçok hücre tipine dönüşebilen, farklılaşmamış hücrelerdir. Kök hücrelerin sınırsız bölünebilme, kendini yenileyebilme, çeşitli organ ve dokulara dönüşebilme yetenekleri vardır. Bu hücreler kan, kordon kanı, kemik iliği, embriyo vb. yapılardan elde edilir. Genel olarak 3 tip kök hücre bulunur.

- **Yetişkin Kök Hücreler**

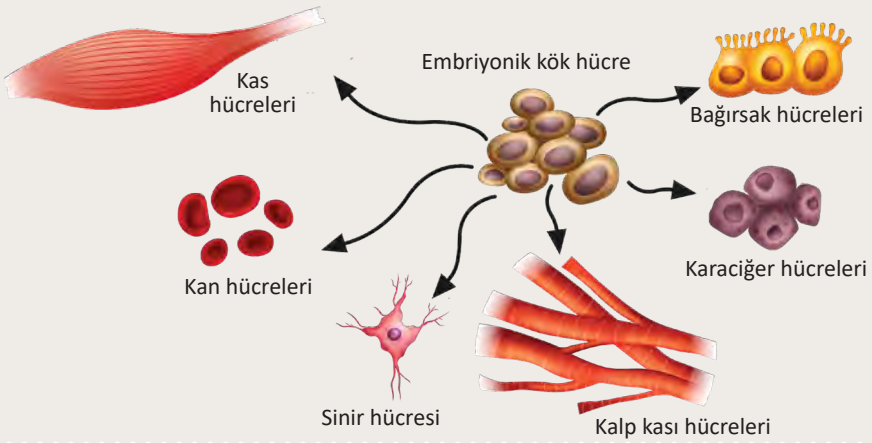
Yetişkin kök hücreler vücutta doku ve organlarda bulunan farklılaşmamış hücrelerdir. Her yaştaki insanda bulunan bu hücreler, işlevselliği bozulan veya ölen hücrelerin yerini alabilir. Kök hücreler; deri, kemik iliği ve yağ dokuda bol miktarda bulunur.

- **Kordon Kanından Elde Edilen Kök Hücreler**

Doğum sırasında göbek kordonundan elde edilen kök hücreler, kordon kan bankalarında saklanır. Özellikle akraba ve gen benzerliği olan hastalarda kök hücre tedavisinde kullanılır.

- **Embriyonik Kök Hücreler**

Embriyonik kök hücreler, embriyonun erken evrelerinde elde edilir. Bu kök hücreleri kültür ortamında yetiştirmek daha kolaydır. Daha hızlı çoğalma ve daha fazla hücre tipine dönüşebilme yetenekleri vardır (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Embriyonik kök hücresinin dönüşebileceği bazı hücre örnekleri

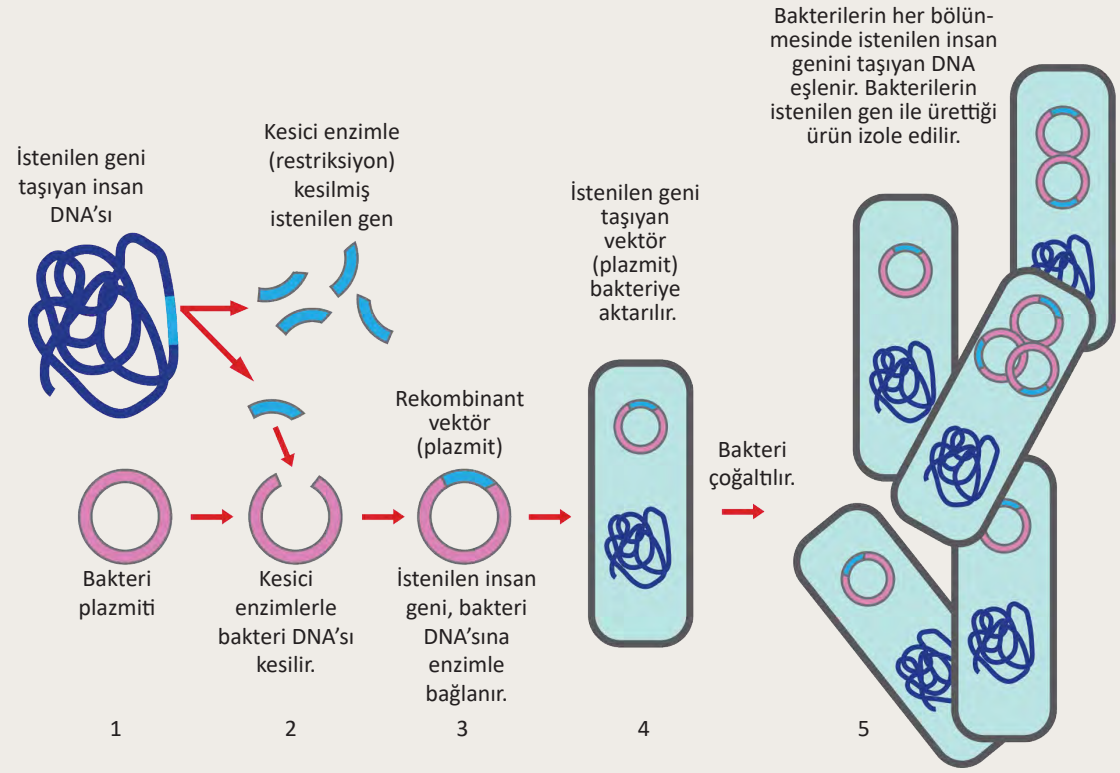
Kök hücre teknolojisi sayesinde omurilik yaralanmaları, kanser, sinir sistemi hastalıkları (Parkinson, Alzheimer) ve hasarları, diyabet, kalp hastalıkları, organ yetmezlikleri, kemik hastalıkları gibi günümüzde tedavisi olmayan veya sınırlı olan hastalıklarda kök hücrelerinin klinik uygulamalarıyla ilgili araştırmalar yapılmaktadır.

e) Gen Klonlama

20. yüzyılın ikinci yarısında gelişmeye başlayan gen teknolojileri; gıda, tarım, hayvancılık, madencilik, tıp, sağlık ve endüstri gibi alanlarda kullanılmaktadır. İstenilen gen plazmit veya virüs gibi bir vektör ile bakteri hücresi gibi alıcı bir hücreye aktarılır. Sonra da bu bakteri aracılığı ile pek çok kopyasının üretilmesine **gen klonlama** denir. Gen klonlaması ile üretilen, genetik yapısı birbirinin aynısı olan canlılara **klon** denir.

Genlerin klonlanmasında çoğunlukla bakterilerden yararlanılır. Çünkü bakteriler, hızlı çoğalır ve kolaylıkla izole edilebilir. Klonlamada bakteri sitoplazmasında bulunan ve hücre DNA'sından bağımsız olarak çoğalan, **plazmit** adı verilen halka şeklindeki küçük DNA parçaları kullanılır. Genetik mühendisliği çalışmalarında rekombinant DNA teknolojisi kullanılır. Bu teknolojide istenilen özelliği taşıyan gen, kesilerek farklı bir DNA molekülü ile birleştirilir. Oluşan yeni DNA'ya **rekombinant DNA** adı verilir. Rekombinant DNA'nın aktarıldığı canlılar, yeni genetik özellikler kazanır. Bu tür canlılara **transgenik canlı** ya da **genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)** denir. Bakterilerin kullanıldığı gen klonlama işleminin basamakları şöyle sıralanabilir (Görsel 1.58):

1. İstenilen geni taşıyan DNA molekülü ile vektör olarak kullanılacak bakteri plazmiti saf olarak elde edilir.
2. Vektör olarak kullanılacak plazmit ve klonlanacak gen restriksiyon enzimleri ile kesilir.
3. Klonlanacak gende ve kesilen plazmitte oluşan yapışkan uçlar, DNA ligaz enzimi yardımı ile birleştirilerek rekombinant DNA molekülü elde edilir. Böylece klonlanacak gen, vektör olarak kullanılan plazmidin içine yerleşmiş olur.
4. Rekombinant DNA, bir bakteri hücresine aktarılır ve rekombinant bakteri hücresi oluşturulur.
5. Bakterilerin rekombinant DNA'larının çok sayıda kopyası oluşur.


İstenilen geni taşıyan insan DNA'sı
Kesici enzimle (restriksiyon) kesilmiş istenilen gen
İstenilen geni taşıyan vektör (plazmit) bakteriye aktarılır.
Bakterilerin her bölünmesinde istenilen insan genini taşıyan DNA eşlenir. Bakterilerin istenilen gen ile ürettiği ürün izole edilir.
Rekombinant vektör (plazmit)
Bakteri çoğaltılır.
Bakteri plazmiti
Kesici enzimlerle bakteri DNA'sı kesilir.
İstenilen insan geni, bakteri DNA'sına enzimle bağlanır.
1
2
3
4
5

Görsel 1.58: Gen klonlama aşamaları

ARAŞTIRINIZ

Rekombinant DNA teknolojisi sayesinde günümüzde hayati öneme sahip birçok ilaç ve aşı üretilmektedir. Siz de bu teknolojiden yararlanılarak üretilen bir aşı ya da ilacın klonlama aşamalarını araştırınız.

SIRA SİZDE

Hemofili hastası olan bir insanda "pıhtılaşma faktörü" adı verilen proteinler eksiktir. Hemofili hastasına ait DNA, rekombinant DNA tekniğinde kullanılırsa bakteride pıhtılaşma faktörü üretimi gerçekleşir mi? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2.5. Sentetik Biyoloji

Sentetik biyoloji, mühendislik ilkelerinin biyolojiye uygulanması yöntemiyle doğada var olmayan tamamen yeni biyolojik sistemler ve bileşenler tasarlanmasıdır. Yeni genetik devreleri, biyolojik aletleri tasarlayarak ya da mevcut biyolojik sistemleri yeniden programlayarak enzimatik süreçleri hızlandırmak, yeni ilaç ve aşılar geliştirmek, biyokimyasal ürünleri daha verimli üretmek gibi çeşitli amaçlar için kullanılan bir teknolojidir. Sentetik biyoloji; sentetik DNA, sentetik genetik tepkime zincirleri, yapay nükleotitler, yapay amino asitler, özel dizayn proteinler, biyosensörler ve özel materyaller üretmeyi hedeflemektedir. Ayrıca sentetik biyoloji uygulamaları ile bakterilere, mantarlara ve hayvanlara; insan proteinleri, hormon, örümcek ağı, biyoyakıt (biyodizel) ve antibiyotik ürettirilmesi sağlanabilir. Model organizmalara, insan doku ve organları ürettirme çalışmaları da yapılmaktadır.

2.6. Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji Uygulamalarının İnsan Hayatına Etkisi

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları insanların hayatını sosyo-ekonomik ve kültürel anlamda etkilemektedir. Kalıtsal ve diğer hastalıkların teşhis ve tedavi edilmesinde, ilaç endüstrisinde, adli tıp kanıtları ile suçluların tespit edilmesinde, babalık davaları vb. sorunların çözülmesinde genetik mühendisliği ve biyoteknolojiden yararlanılmaktadır. Bazı mikroorganizmaların kimyasal maddeleri dönüştürebilme yetenekleri vardır. Mikroorganizmaların bu özelliklerinden yararlanarak çevre kirliliğinin giderilmesi ve çevre sorunlarının çözülmesi sağlanmaktadır. Mineral elde edilmesinde, madencilikte, zehirli atıkların temizlenmesi vb. alanlarda da bakterilerden yararlanılmaktadır. Transgenik (GDO) bitki ve hayvanların geliştirilmesi tarımsal üretimi ve besin kalitesini artırmıştır. Yapılan bu çalışmalar insanların sosyal yaşantılarını, ekonomik ve kültürel durumlarını etkileyerek biyoloji biliminin gelişmesini sağlamaktadır.

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları sağlık, çevre, tarım ve hayvancılık, endüstri gibi alanlara katkı sağlamaktadır.

2.6.1. Sağlık Alanındaki Uygulamalar

Yapay doku ve organ üretimi, aşı, antibiyotik, insülin, interferon, kanser tedavisi, gen terapisi vb. çalışmalar bu alanda yer almaktadır.

Yapay Doku ve Organ Üretimi

Laboratuvarda içinde büyüme faktörleri bulunan ortamda, canlı hücrelerden oluşturulan dokulara **yapay doku** denir. Örneğin doku kaybı fazla olan ameliyat ile kapatılamayan açık yaraların tedavisi için kullanılır. İşlevini yitirmiş veya yitirmekte olan organların yerine tasarlanan organlara **yapay organ** denir. Yapay organlar doku mühendisliği yoluyla mekanik malzemelerden üretilir. Günümüzde başta kalp, pankreas, böbrek, deri, kulak ve damar olmak üzere birçok organ yapay olarak üretilmektedir. Organ bağışı, yapay doku ve yapay organ sayesinde günümüzde çok sayıda hayat kurtulmaktadır.

Aşı

Enfeksiyon hastalıklarına karşı bağışıklık sistemimize mikroorganizmaları tanıtmak için kullanılan biyolojik ürünlerdir (Görsel 1.59).

Günümüzde genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları sayesinde üretilen aşı miktarı artmış ve maliyet de azalmıştır. Ayrıca bu yöntemle daha önce üretilemeyen aşılar da üretilmiştir. Bu aşıların üretim teknolojisinde mikroorganizmaların hastalığa neden olan genleri kullanılır. Bu genler mikroorganizmalardan izole edilerek taşıyıcı bir hücreye aktarılır. Hastalık oluşturan genden sentezlenen protein, bu hücrede bol miktarda üretilerek aşıların yapımında kullanılır.

Görsel 1.59: Aşı

Antibiyotik

Mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyen, yok eden, biyolojik kaynaklı ya da sentetik olarak elde edilen maddelere **antibiyotik** denir. Çoğunlukla bakteriler ve mantarlar tarafından üretilir. İnsan sağlığı açısından çok büyük öneme sahip ilaçlardır (Görsel 1.60). Antibiyotiklerin kimyasal yolla üretimi zor ve pahalıdır. Rekombinant DNA teknolojisi ile daha ucuz ve fazla miktarda antibiyotik üretimi mümkün olmaktadır. Antibiyotiklerin elde edilmesinde mikroorganizmaların antibiyotik üretiminden sorumlu geni izole edilir ve bu genin sentezlediği protein, taşıcıyı bir hücrede bol miktarda üretilir.

Görsel 1.60: Antibiyotik

İnsülin

Pankreas tarafından üretilen bir hormondur. Glukagon hormonuyla beraber kandaki glikoz düzeyini düzenler. İnsanlarda kan glikoz düzeyinin açlık sırasında 70-110 mg/ml arasında olması gerekir. Rekombinant DNA teknolojisi ile elde edilen ilk ürün, şeker hastalarının tedavisinde kullanılan insülin hormonudur. Bu hormon 1980'li yıllara kadar domuz ve sığırdan elde edilmiştir. Bu teknoloji ile sağlıklı bireylerden izole edilen insülin üreten genler, *E.coli* bakterilerinin genomuna aktarılır. Bakteride üretilen insülin, ilaç şekline getirilir. (Görsel 1.61).

Görsel 1.61: Biyoteknoloji ile üretilen insülin hormonu

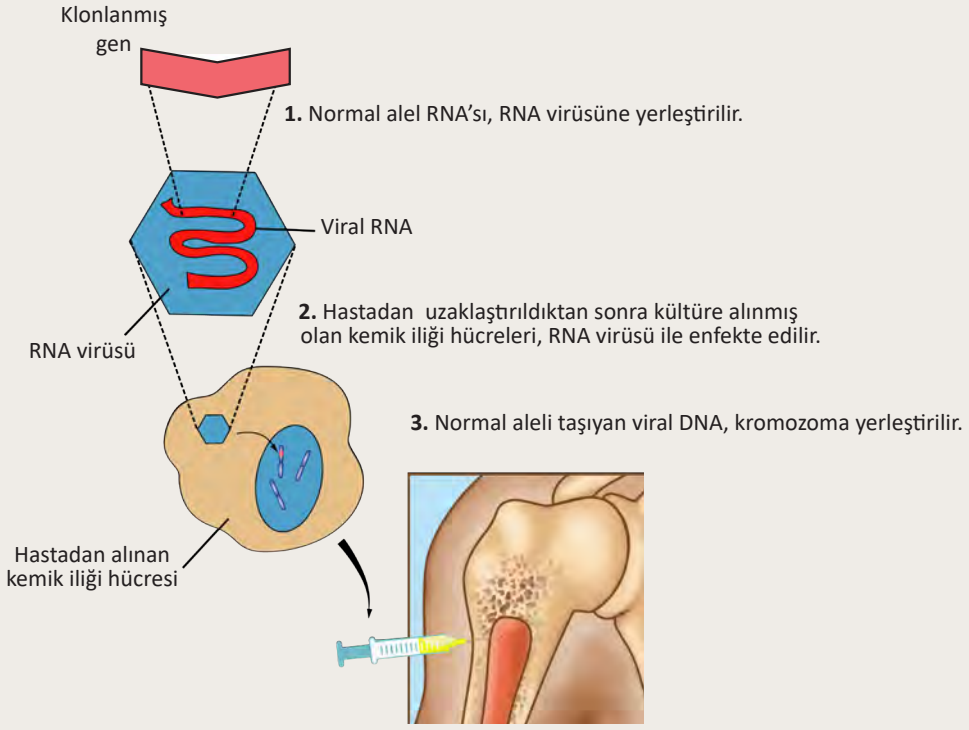
İnterferon

Varlığı 1957 yılından beri bilinen interferonlar; bakteri, virüs, parazit ve tümör hücrelerine karşı bağışıklık sistemi tarafından oluşturulan doğal proteinlerdir. İnterferon, kandan izole edilerek virüs enfeksiyonlarında kullanılmaktadır. İnsanda interferon üreten genin *E.coli* bakterisinin genomuna aktarılmasıyla interferon üretilmektedir. İlaç firmaları rekombinant DNA teknolojisini kullanarak interferonların seri üretimini gerçekleştirmektedir. İnterferonlardan kanser tedavilerinde de yararlanılmaktadır.

Gen Terapisi

Kalıtsal veya sonradan edinilen hastalıkları tedavi etmek amacıyla genlerin küçük DNA ve RNA moleküllerinin insan hücrelerine, doku ve organlarına transfer edilmesine **gen terapisi** denir. Bozuk olan genler virüsler kullanıla-

rak sağlam olanları ile yer değiştirilir. Gen terapisinin amacı, hastalığa yol açan eksik ya da kusurlu genlerin yerine bu genlerin sağlıklı kopyalarının hücreye aktarılmasıdır. Kalp damar hastalıkları, kanser, Parkinson, Alzheimer vb. hastalıklar gen terapisi çalışmalarıyla tedavi edilmeye çalışılmaktadır. Vücut hücrelerindeki gen tedavisinin sürekli-lik arz edebilmesi için hastanın normal alel gen eklenen hücrelerinin hayatı boyunca çoğalabilmesi gerekmektedir. Buna kemik iliği hücreleri örnek verilebilir (Görsel 1.62). Bazı kemik iliği hücreleri hastadan alınır ve bu hücrelere bir virüs aracılığı ile normal alel eklenir. Bu hücreler hastaya tekrar geri verilir. Eğer bu işlemde başarı sağlanırsa bu hücreler hastanın yaşamı boyunca çoğalacak ve eksik enzimi üreterek hastanın sağlığına kavuşmasını sağlayacaktır.


Klonlanmış gen
1. Normal alel RNA'sı, RNA virüsüne yerleştirilir.
Viral RNA
RNA virüsü
2. Hastadan uzaklaştırıldıktan sonra kültüre alınmış olan kemik iliği hücreleri, RNA virüsü ile enfekte edilir.
3. Normal aleli taşıyan viral DNA, kromozoma yerleştirilir.
Hastadan alınan kemik iliği hücresi
4. Genetiği değiştirilmiş hücreler hastaya enjekte edilir.

Görsel 1.62: Tek bir bozuk genden dolayı yaşam için gerekli bir enzimi üretemeyen kemik iliği hücreleri üzerinde uygulanan gen terapisi yöntemi

Kanser Tedavisi

Kanser tedavisinde kemoterapi (ilaç), radyoterapi (ışın), cerrahi işlem (ameliyat) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Son yıllarda bilim insanları, kanser tedavisinde gen terapisi yöntemi üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Bağışıklık sistemi hücrelerinin gen terapisi yöntemiyle kanserle mücadele eden hücrelere dönüştürülmesine çalışılmaktadır. Böylece kan kanseri, akciğer kanseri, prostat kanseri ve cilt kanserleri gibi pek çok değişik kanser türünün tedavisi hedeflenmektedir. Kanser hastalarında doğru ilaç ve dozajı belirlemek için yapılan gen bazlı araştırmalar oldukça önem kazanmaya başlamıştır.

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları ile elde edilen aşılar, bazı kanser türlerinin tedavisinde kulla-nılmaktadır. Örneğin rahim ağzı kanserinin oluşumunu engellemek için aşı uygulamaları yapılmaktadır. Ayrıca kök hücre yöntemi de kanser tedavisinde kullanılabilmektedir.

Genetik danışmanlık; kalıtsal bir hastalık taşıyan veya taşıma riski bulunan kişilere ve bu kişilerin akrabalarına hastalığın seyri, tedavi yöntemleri, tekrarlama riskleri ve çözüm yollarıyla ilgili bilgiler verilmesini sağlar. Genetik danışmanlık hizmetleri, tıbbi genetik konusunda uzman kişiler tarafından verilir. Ailenin soy ağacı çıkarılarak varsa kalıtsal hastalıklarının incelenmesi ve genetik testlerin yapılması genetik danışmanlık sürecinde kullanılan uygulama-lardandır. Özellikle 35 yaş üstü hamileler, akraba evliliği yapan çiftler, ailesinde kalıtsal hastalıklar görülen bireyler, riskli gebeler ve genetik risklerini belirlemek isteyen bireyler genetik danışmanlık hizmetlerinden yararlanmalıdır.

2.6.2. Tarım ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar

Tarımda, zararlı böceklerle mücadelede kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu maddelerin kullanılması ekolojik kirlenmeye neden olduğundan hayatın sürdürülebilirliği için biyolojik mücadele yöntemine geçilmesini zorunlu kılmaktadır. Genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin tarım alanındaki uygulamalarının amacı; bitkileri zararlılara karşı dirençli hâle getirmek, ürünlerin besin değerlerini artırmak, üretim maliyetlerini azaltmak ve dayanıklılığın artırılması ile ürün kalitesini yükseltmektir. Örneğin pirinç bitkisine A vitamini sentezlemesini sağlayacak genin aktarılması ile bitkinin vitamin değeri yükseltilmiştir. Bu pirince **altın pirinç** denir (Görsel 1.63). Ateş böceklerinin ışık saçmasını sağlayan genin izole edilmesi ve tütün bitkisine aktarılması ile genetiği değiştirilmiş olan tütün bitkisinin ışık saçtığı gözlemlenmiştir (Görsel 1.64). Bu çalışma diğer tarım ürünlerindeki biyoteknolojik uygulamalara öncü olmuştur.

Görsel 1.63: Altın pirinç

Görsel 1.64: Işık saçan tütün bitkisi

Alabalıktan alınan büyüme hormonu geninin sazan balığına aktarılması ile sazan balığının çok hızlı büyümesi ve normalden daha iri olması sağlanmıştır. Genetiği değiştirilmiş organizmaların canlı yaşamı üzerine olumsuz etkileri de olabilir.

2.6.3. Endüstri Alanındaki Uygulamalar

Rekombinant DNA teknolojisiyle endüstriyel enzimler üretilir. Bu enzimlerin bazıları, sentetik olarak da üretilebilmektedir ancak biyoteknolojik yöntemlerle daha hızlı ve ekonomik üretim yapılmaktadır. Bu yöntemlerle üretilen enzimler; tıp, tekstil, dericilik, gıda endüstrisi, kâğıt endüstrisi ve temizlik sanayisinde (Görsel 1.65) kullanılmaktadır. Ayrıca B2 vitamini, antibiyotikler, kontakt lens solüsyonları, polyester ve bazı kumaşların elde edilmesi biyoteknolojinin endüstri alanındaki uygulamalarına örnek verilebilir.

Görsel 1.65: Enzim içeren temizlik ürünleri

2.6.4. Çevre Alanındaki Uygulamalar

Transgenik mikroorganizmalar, çevreyi kirleten etmenlerin yok edilmesi veya etkenlerinin azaltılmasında kullanılmaktadır. Bazı bakteriler nikel, bakır, kurşun gibi ağır metalleri; bakır sülfat veya demir sülfat gibi bileşiklere çevirerek ağır metallerin kirletici özelliğini azaltmaktadır. Atık suların ve kanalizasyon sularının arıtılmasında, evsel atıkların zararlarının ortadan kaldırılıp yeni ürünlerin (gübre, biyogaz, biyodizel vb.) elde edilmesinde, petrol ve maden atıklarının zararlarının ortadan kaldırılmasında transgenik mikroorganizmalar kullanılmaktadır (Görsel 1.66).

Görsel 1.66: Atık suların biyolojik olarak arıtımının yapıldığı tesisler

Görsel 1.67: Biyoplastik çatallar

Biyoürün canlıların oluşturduğu maddelerin işlenmesi ile elde edilen üründür. Biyoürünlerin yarılanma ömrü petrol ürünlerine göre oldukça kısa olduğu için doğaya daha az zarar verirler. Organik asitler, çözücü maddeler, esterler, selüloz ve kitosan gibi polimerler, gübre, biyoplastik (Görsel 1.67), biyogaz ve biyodizel biyoürünlere örnek gösterilebilir.

3. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Biyoplastik üretilmesi
ETKİNLİĞİN AMACI : Atık durumdaki biyolojik materyallerden biyoürün elde etmek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 1 hafta
ARAÇ GEREÇ : Filizlenmiş patates, çeşme suyu, beherglas, havan, bıçak, dereceli silindir, süzgeç, kaşık, sacayağı, ispirto ocağı, cam çubuk, petri kabı, gliserin, sirke, rende, kurutma kâğıdı

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Evinizde kullanılmayan filizlenmiş patatesin kabuklarını soyup rendeleyiniz.
2. Rendelediğiniz patatesi havana koyunuz. Üzerine 100 mL su ekleyiniz ve eziniz.
3. Elde ettiğiniz karışımın suyunu iyice süzünüz ve karışımı 5 dakika bekletiniz. Dibe biriken tortunun üstünde kalan suyu başka bir kaba alınız.
4. Tortunun üstüne 100 mL su ekleyerek karıştırınız. Biraz beklettikten sonra üstte kalan suyu, başka kaba alınız.
5. Kalan tortuyu kurutma kâğıdına ince bir tabaka oluşturacak şekilde dökerek kurumasını bekleyiniz ve nişasta elde ediniz.
6. 1 yemek kaşığı nişastayı ve 4 yemek kaşığı suyu, beherglasa ekleyiniz.
7. 1 çay kaşığı gliserin ile 1 çay kaşığı sirkeyi, beherglasa ekleyiniz.
8. Homojen hâle gelene kadar karıştırınız. Daha sonra beherglası sacayağına yerleştirerek karışımı ısıtınız.
9. İlk başta süt beyazı rengindeki karışım zamanla kalınlaşacak ve diş macunu kıvamına gelecektir. Bir süre daha karıştırdıktan sonra jel kıvamını alacaktır.
10. Kaynamaya başladıktan sonra birkaç saniye daha karıştırıp ısıtıcıyı kapatınız.
11. Pişen karışımı, istenilen kalınlıkta petri kabına yayınız ve soğumaya bırakınız. Böylece nişasta bazlı biyoplastik elde etmiş olursunuz.

DEĞERLENDİRME

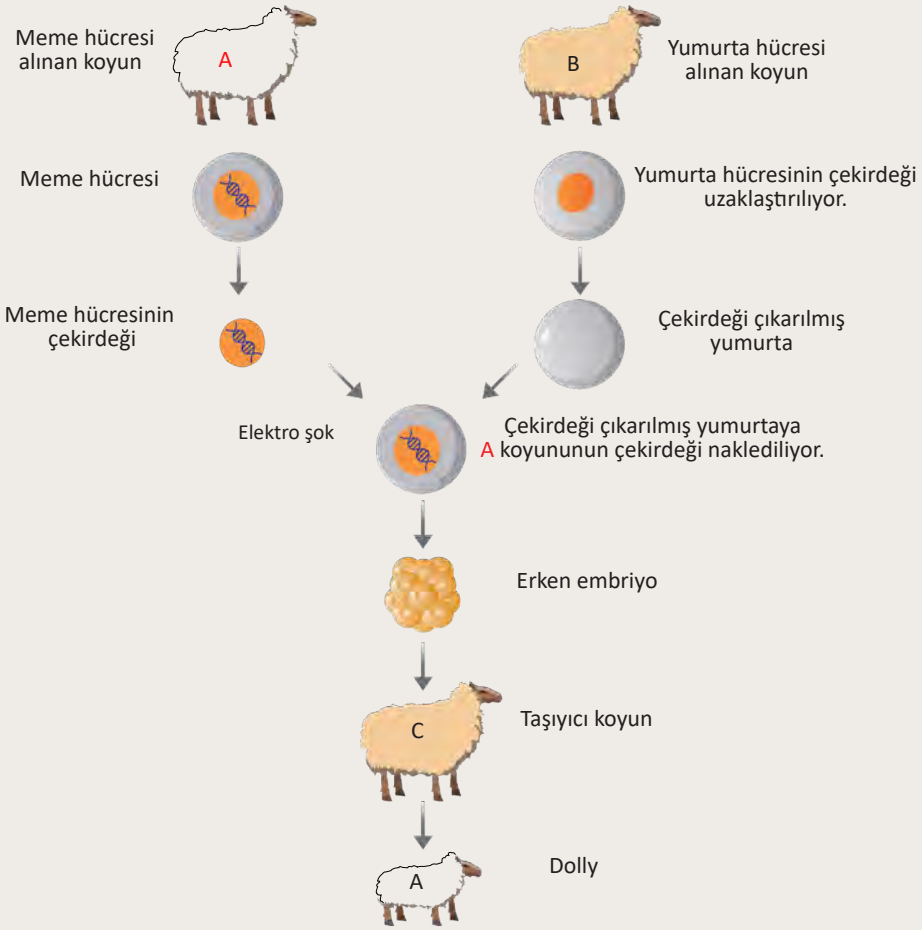
1. Biyoplastik üretiminde kullanılan temel organik madde nedir?
2. Biyoplastik için filizlenmiş patatesten başka hangi biyolojik atıklar kullanılabilir?
3. Biyoplastiklerin canlılar ve çevre için olumsuz etkilerini tartışınız.
4. Biyoürün üretimine biyoplastik dışında örnekler veriniz.

2.7. Klonlama Çalışmaları ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

2.7.1. Klonlama

Genetik bilginin tamamının kopyalanması ile aynı genetik bilgiye sahip kopya canlılar elde edilebilmektedir. İlk klonlama denemeleri 1952'de kurbağalarda, 1979'da farelerde, 1984'te koyunlarda ve 1986'da sığır embriyolarında yapılmıştır. Klonlama kavramı; 1997 yılında İskoç bilim insanı Dr. Ian Wilmut (İyan Vilmut) ve ekibinin koyun "Dolly" yi (Doli) üretmeleri ile geniş kitlelerce duyulmaya başlamıştır. Yetişkin bir dişi koyunun bedeninden aldıkları bir hücrenin (meme hücresi) çekirdeğini, başka bir koyuna ait çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine enjekte etmişlerdir. Bu yumurtayı da pek çok kez bölünerek, embriyo hâline gelince üçüncü bir koyunun rahmine (taşıyıcı dişi koyun) yerleştirmişlerdir. Beş ay sonra genetik annesinin ikizi olarak Dolly'nin doğduğu görülmüştür (Görsel 1.68).

Wilmut ve ekibi, Dolly'yi elde edinceye kadar aynı işlemi 277 kere tekrarlamışlardır. 5 Temmuz 1996 tarihinde ilk klon kuzu dünyaya gelmiş olmasına rağmen doğumu, uzun süre medyadan gizlenmiştir. Haberin Şubat 1997 tarihinde basına sızmasıyla haber, dünyada en çok ilgi gören olayların başında yer almıştır. Dolly'ye özel diyetler uygulanmış ve özenle bakılmıştır. Dolly'nin kısır olduğu düşünülmüş fakat 1998 yılında doğal yollarla bir kuzusu olduğunda bütün bu düşüncelerin aksi kanıtlanmıştır. Dolly daha sonraki zamanlarda yeniden hamile kalmış ve hayatının sonuna kadar 6 tane kuzusu olmuştur. 14 Şubat 2003 tarihinde Dolly'nin hastalanarak öldüğü basına duyurulmuştur.



Görsel 1.68: Dr. Wilmut'un klonlama çalışması

Klonlama çalışmalarına Dolly'den sonra da devam edilmiştir. Elde edilen sonuçlarla günümüze kadar pek çok çalışma yapılmıştır. Ülkemizde ilk klonlama, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Döllenme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sema Birler başkanlığındaki ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. Oyalı adlı koyun, 21 Kasım 2007 tarihinde "Klon Koyun Üretimi Projesi" ile dünyaya gelmiştir. "Türkiye'nin ilk klonlanan canlısı" olma özelliğini taşımaktadır. Türkiye'nin ilk klon buzağısı Efe ise 19 Ağustos 2009 tarihinde dünyaya gelmiştir. "Efe, dünyada ilk klonlanan Anadolu yerli sığırı" olarak bilinmektedir.

2.7.2. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)

Rekombinant DNA'nın aktarıldığı canlılar daha önce sahip olmadıkları yeni genetik özellikler kazanırlar. Bu tür canlılara **transgenik canlılar** veya **genetiği değiştirilmiş organizmalar** denir. GDO, DNA'daki özelliklerin değiştirilmesiyle yapılmaktadır. Sözü edilen değişiklikler iki şekilde yapılabilir.

1. Canlıya başka bir organizmadan gen aktarılması,
2. DNA'da bulunan genin biyoteknolojik uygulamalarla farklılaştırılması ile organizmaya yeni bir özellik kazandırılması.

Günümüzde genetiği değiştirilmiş pek çok canlı türü bulunmaktadır. Örneğin mısır (Görsel 1.69), domates, patates,

Görsel 1.69: Genetiği değiştirilmiş mısır üretimi

pirinç, soya, buğday, kabak, balkabağı, kanola, ayçiçeği, yer fıstığı vb. bitkilerin çoğunun genetiği değiştirilmiştir.

Özellikle soya ve mısır birçok endüstriyel ürünün üretiminde kullanılmaktadır. Genetiği değiştirilmiş soya; sucuk, salam, sosis gibi kırmızı etin kullanıldığı ürünlerde, et suyu tabletlerinde, fındık-fıstık ezmesi, çikolatalı ürünler, çeşitli unlu mamüller, süt tozu, hazır çorbalar ve hayvan yemlerinde kullanılır. Genetiği değiştirilmiş mısır ise nişasta bazlı tatlandırıcılar yoluyla gazoz, kola, meyve suları, mısır yağı, bebek mamaları, hazır çorbalar ve hayvan yemlerinde kullanılabilmektedir. Ayrıca aşı, hormon, ilaç üretimi gibi alanlarda da genetiği değiştirilmiş organizmalardan yararlanılmaktadır.

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin insan sağlığı için bir tehlike teşkil edip etmediği, günümüzde hâlâ tartışılan bir konudur. Deney hayvanları üzerinde sonuçlandırılmış birçok deneme olmasına rağmen insanlar üzerinde aynı etkiyi gösterip göstermeyeceği de kesin değildir. Bazı bilim insanları, genetiği değiştirilmiş ürün içeren gıdaların insan sağlığına zararlı olabileceğini savunmaktadır. Örneğin ABD'de üretilen Star Link mısırı, alerjen olduğu gerekçesiyle üretimden kaldırılmıştır.

2.8. Biyogüvenlik ve Biyoetik

Biyogüvenlik, 5977 sayılı yasada; insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevre ve biyolojik çeşitliliği korumak için GDO ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerin güvenli bir şekilde yapılması olarak tarif edilmiştir (Görsel 1.70). Biyoteknolojik uygulamalardan elde edilen ürünlerin insan ve hayvan sağlığı ile çevre üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilerin belirlenmesi, belirlenen risklerin oluşma olasılığının ortadan kaldırılması ya da risklerin ortaya çıkması durumunda oluşacak zararların kontrol altında tutulması için alınacak önlemleri kapsar. GDO'ların insan sağlığı dışında ekolojik zararlara da yol açabileceği konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda 24 Mayıs 2000 tarihinde Türkiye dâhil 130 ülke, GDO'ları riskli olarak kabul eden Biyogüvenlik Protokolü üzerinde anlaşmıştır. Ülkemizde bu çalışmalar Mart 2010 tarihinde çıkarılan Biyogüvenlik Kanunu ile düzenlenmiştir.

Görsel 1.70: Biyogüvenlik sembolü

Biyoetik, canlı organizmaların kullanımı ile ilgili etik konular ve bu konular üzerinde karar verme çalışmalarına denir. Biyoetiğin konusuna gen teknolojisi, hücre, doku ve organ bağışı, klonlama, embriyolojik çalışmalar, kök hücre tedavileri, insan üzerinde yapılan deneyler, ilaç sanayisi ve yapay döllenme girer. Ayrıca biyolojik silah üretimi, gen aktarımı ile genetiği değiştirilmiş ürün gibi konularla ilgili araştırmalar, bunların sınırları ve kullanım ilkeleri de biyoetiğin kapsamına girer.

Biyoetik; hukuk, tıp, felsefe, ilahiyat, biyoloji, genetik vb. bilim dallarından etkilenir. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji, canlıların yaşam kalitesini artırmayı amaçlar. Ancak gen teknolojisi, öngörülemeyen zararlara yol açması ve kötüye kullanılması ihtimalinden dolayı da canlılar için tehdit oluşturur. Örneğin canlıların genetiğinin değiştirilmesi, genetiği değiştirilen mikroorganizmaların denetimsizce serbest bırakılması ve gen teknolojisinin askerî amaçlarla kullanılması vb. durumlar tehdit oluşturabilir. Biyoetik çalışmaları, bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için standartlar geliştirilmesini hedefler. Bilimsel araştırmalarda nelere izin verilip nelerin yasaklanması gerektiği gibi sorulara yanıt arar.

Ülkelerin kültürel, hukuksal ve felsefi yaklaşımlarının farklı olması, biyoetiğin tüm ülkelerde standart olmasını zorlaştırır. Ülkelerin kendi bünyelerinde oluşturulan biyoetik kurulları, bilim ve teknoloji politikalarının üretilme süreçlerinde belirleyicidir.

Biyolojik silah üretimi günümüzün önemli sorunlarındandır. Canlılara zarar vermek amaçlı hastalık yapan bakteri veya virüs gibi etkenler, **biyolojik silah** olarak kullanılır. Bu etkenler hava, su ve besinlere karıştırılarak kısa zamanda çok yüksek etki yaratır. Çiçek, veba, şarbon vb. hastalıklara sebep olan mikroorganizmalar biyolojik silahlara örnek olarak verilebilir. İnsanların toplu olarak hastalanmasına, hatta ölümüne neden olan biyolojik silahlar, günümüze kadar pek çok savaşta kullanılmıştır. Bu yüzden biyolojik silahların üretilip kullanılması, biyogüvenlik ve biyoetik açısından kabul edilemez bir durumdur.

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji çalışmalarındaki bir diğer önemli sorun da kişisel DNA'nın korunmasıdır. Kişilerin genetik özelliklerinin bilinmesi, bazı etik sorunları beraberinde getirebilir. Kişinin kalıtsal bir hastalık genini taşıdığını bilmesi, yaşamını ve çevresiyle olan ilişkilerini etkileyebilir. İşverenlerin, sigortacıların vb. meslek dallarının işe alma sırasında kişilerden gen taraması istemelerine, potansiyel hasta olabilecek kişileri işe kabul etmemelerine de neden olabilir. Bu yüzden kişisel DNA bilgisinin korunması gerekir.

Tedavi amaçlı klonlamada embriyolardan elde edilen kök hücrelerin kullanılması da etik sorunlardan biridir. Embriyonun bir hücre yığını olduğu, tedavi için kullanılabileceği görüşünün yanı sıra bir insanın sahip olduğu her hakka embriyonun da sahip olduğu, bu nedenle embriyoların yok edilemeyeceği görüşü de bulunmaktadır. Kök hücre elde edilirken embriyo öldürülmektedir. Bu nedenle embriyodan kök hücre elde edilmesi etik kabul edilmez. Yetişkinlerden ve kordon kanından elde edilen kök hücrenin kullanılmasında etik sorun yoktur. İnsan ve toplum için faydalı olabilecek her türlü araştırma; genel ahlaki ve manevi değerlere ters düşmeden, hukuk düzeni sınırları içinde olması durumunda desteklenmektedir.

4. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Biyogüvenlik ve biyoetik
ETKİNLİĞİN AMACI : Biyogüvenlik ve biyoetik konularını kavramak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 1 hafta

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Aşağıda verilen konu başlıklarını Genel Ağ, bilimsel dergi ve yayınlardan araştırınız.
   Biyogüvenlik nedir?
   Biyoetik nedir?
   Biyogüvenliğin sağlanması neden gereklidir?
   Biyoetik kapsamında yapılan çalışmalar nelerdir?
2. Edindiğiniz bilgilerle bir sunum hazırlayınız. Sunumunuzu sınıfınızda arkadaşlarınızla paylaşınız. Bu bilgiler doğrultusunda biyogüvenlik ve biyoetiğin günlük hayattaki gerekliliğini tartışınız.

DEĞERLENDİRME

1. Biyogüvenlik ve biyoetik konuları, insanlar için neden önemlidir?
2. Biyogüvenlik kurullarının insanlığa faydaları nelerdir?

Tartışınız

Ürünlerin satışı sırasında genetiğinin değiştirilip değiştirilmediği bilgisinin ürün ambalajında belirtilmesi hakkında neler düşünüyorsunuz?

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

DNA ligaz	DNA polimeraz	klonlama
DNA replikasyonu	kodon	DNA helikaz
RNA polimeraz	antibiyotik	antikodon

1. Hastalık yapan bakterileri yok etmek amacıyla kullanılan ilaçlara ..... denir.
2. Yapısında timin bulunduran nükleik asidin kendini eşlemesine ..... denir.
3. mRNA üzerinde anlamlı üçlü nükleotit dizilimlerine ..... adı verilir.
4. ..... enzimi DNA'nın heliks yapısını açar.
5. ..... enzimi DNA üzerinden mRNA' nın sentezlenmesinde görevlidir.
6. Bir canlının biyoteknolojik yöntemlerle kopyasının yapılmasına ..... denir.

B) Aşağıda verilen eşleştirmeleri yapınız veya gerekli işaretleri koyunuz.

7.

1. biyoplastik	2. transkripsiyon	3. kök hücre	4. antikodon
5. genetik danışmanlık	6. interferon	7. transgenik	8. Helikaz
9. histon	10. kitosan	11. nükleotit	12. translasyon

Aşağıda harf ile verilen ifadelerin altındaki boşluğa tablodaki kavramlardan uygun olanlarını yazınız.

a) Terimlerden hangileri ailelere kalıtsal hastalık riskleri konusunda hizmet verir?
.....
b) Terimlerden hangileri biyoüründür?
.....
c) Terimlerden hangileri virüslerle mücadelede kullanılır?
.....
ç) Terimlerden hangileri DNA replikasyonu ile ilgilidir?
.....
d) Terimlerden hangileri tRNA'nın anlamlı bölümüdür?
.....
e) Terimlerden hangileri başka tür hücrelere dönüşme özelliğine sahiptir?
.....
f) Terimlerden hangileri biyoteknolojik çalışmalarla elde edilir?
.....

8. Aşağıdaki tabloda "Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji" uygulamaları verilmiştir. **Bu uygulamalardan etik olmayan ifadelerin karşısındaki kutucuğa "X" işareti koyunuz.**

Model organizmaların üretilmesi ve bilimsel çalışmalarda kullanılması	
İnsülinin rekombinant DNA tekniğiyle bakterilerden hızlı şekilde elde edilmesi	
DNA' da meydana gelecek değişikliklerle canlıların genetik çeşitliliğinin azalması ve genetik yönden benzer organizmaların oluşması	
Gen klonlaması ile genleri değiştirilmiş, besin değeri yüksek olan bitki ve hayvanların üretilmesi	
İçecek, hazır çorba, hayvan yemleri, bebek mamaları vb. ürünlerin ambalajında mısır şurubu kullanımının belirtilmeden satışa sunulması	

9. Aşağıdaki tablonun birinci sütununda numaralar ile verilen tanımları, 2. sütunda harf ile verilen kavramlarla eşleştiriniz. **İlgili rakamı ( ) içine yazınız.**

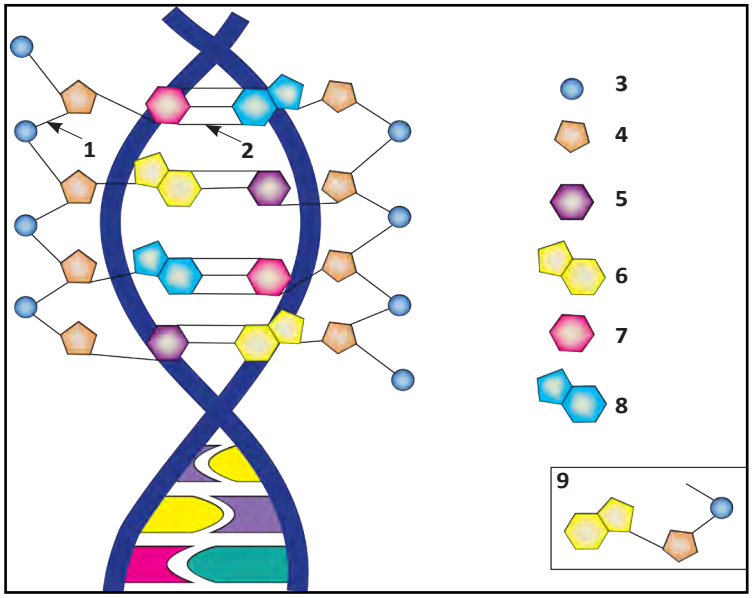
1. SÜTUN	2. SÜTUN
1. DNA'nın bir ipliğinin üzerindeki genetik kodlara uygun olarak mRNA sentezlenmesidir.	a) Translasyon ( )
2. Mühendislik ilkelerinin biyolojiye uygulanması yöntemiyle, doğada var olmayan tamamen yeni biyolojik sistemler ve bileşenler tasarlanmasıdır.	b) Model Organizma ( )
3. Çeşitli biyolojik olayların anlaşılması için yapılan deneylerde yaygın olarak kullanılan canlılardır.	c) Kök Hücreler ( )
4. Protein sentezi için gerekli genetik bilginin ribozomda okunmasına denir.	ç) Gen Terapisi ( )
5. Kendini yenileme özelliğine sahip, vücut içinde veya laboratuvar ortamında uygun şartlar sağlandığında birçok hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücre çeşididir.	d) Transkripsiyon ( )
6. Bozuk olan genlerin virüsler kullanılarak sağlam olanları ile yer değiştirilmesi tekniğidir.	e) Sentetik Biyoloji ( )

10. Aşağıdaki tabloda DNA sentezi ile ilgili bilgiler verilmiştir. **Tabloda verilen bilgiler doğru ise "EVET", yanlış ise "HAYIR" ifadesini işaretleyiniz.**

	EVET	HAYIR
DNA helikaz enzimi, nükleotitlerin arasında bulunan 3'lü veya 2'li glikozit bağlarını koparır.		
DNA polimeraz enzimleri DNA üzerinde DNA'nın açıldığı noktadan her iki yöne doğru kesintisiz bir şekilde senteze devam eder.		
DNA ligaz enzimi DNA parçaları arasındaki hidrojen bağlarını kurar.		
DNA'nın sentezi sırasında açığa çıkan su miktarı ile DNA'daki nükleotit sayısı doğru orantılıdır.		

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

11. Aşağıda DNA'nın yapısı ile ilgili verilen şekil üzerinde rakam ile gösterilen kısımların adlarını karşısındaki boş bırakılan yerlere yazınız.



1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....
9. .....

12. Aşağıda verilen özellikler, hangi RNA çeşidinde bulunur? Cevapları, boş bırakılan yerlere yazınız.

a) Protein ile birlikte ribozomun yapısında bulunur. .....

b) Protein sentezine kalıplık eden RNA çeşididir. .....

c) Antikodon bulundurur. .....

ç) Yapısında yer yer hidrojen bağları vardır. .....

d) Üçlü nükleotit dizileri (kodon) bulundurur. .....

e) Çekirdekçikte sentezlenir. .....

13. Aşağıdaki tabloda gen klonlamasının aşamaları karışık olarak verilmiştir. **Bu aşamaların gerçekleşme sırasını boş bırakılan yere yazınız?**

İstenen genin çıkarılması 1	Gen DNA'sının vektör DNA'sı ile birleştirilmesi 2	Gen ürününün kontrolü 3	İstenilen geni taşıyan bakterilerin seçimi 4
Vektör DNA'nın elde edilmesi 5	Klonlanmak istenen geni taşıyan DNA'nın elde edilmesi 6	Rekombinant DNA'nın hücreye aktarılması 7	İstenen genin yerinin belirlenmesi 8
.....			

14. Melez (^{14}N ^{15}N) DNA'ya sahip bir bakteri, normal azotlu (^{14}N) besi ortamında iki kez bölününceye kadar bekletiliyor.

a) Bakterilerin sayısı kaç kat artmıştır? Yazınız.

.....

.....

.....

b)Bu bakterilerin DNA'larının yüzde kaçının normal, melez ve ağır izotoplu olmasını beklersiniz? Yazınız.

.....

.....

.....

15. Bir gen bölgesinden karşılıklı bir çift nükleotit kaybolursa üretilecek protein için ne söyleyebilirsiniz? Yazınız.

.....

.....

.....

.....

16. Annenizin büyükbabasının sahip olduğu bir özelliğin sizde görülme ihtimali var mıdır? Düşüncelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

.....

17. Aşağıdaki tabloda nükleik asitlerle ilgili sorular verilmiştir. **Soruların cevaplarını DNA ve RNA 'ya göre karşısındaki kutucuklara yazınız.**

SORULAR	DNA	RNA
Prokaryot hücrede nerede bulunur?		
Ökaryot hücrede nerede bulunur?		
Zincir sayısı kaçtır?		
Yapısındaki nükleotit çeşitleri nelerdir?		
Sentezini yapan enzimin adı nedir?		
Kendini onarabilir mi?		
Kendini eşleyebilir mi?		
Yapısındaki şeker çeşidi nedir?		
Yapısında hangi bağ çeşitleri bulunur?		
Kendine özgü bazı nedir?		

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

18. Bir DNA'nın tek zincirinde ele alınan 9 nükleotitli bir parçası, 5' ATGSGGSAT 3' şeklindedir. **Aşağıda verilen tek zincirlerden hangisi bu orijinal parça ile beraber çift sarmal DNA oluşturur?**

A) 5' TAGSSGSTA 3'
B) 5' ATGSSGSAT 3'
C) 5' ATSGGSGAT 3'
D) 5' GATSSGSAT 3'
E) 5' TASSSTTAG 3'

19. Aşağıda verilen reaksiyonlardan hangisinin gerçekleştirilmesinde DNA ligaz enzimi görevlidir?

A) Uzayan yeni DNA koluna nükleotitleri eklemek
B) DNA sentezinde yağ oluşturmak
C) DNA'nın açılıp replikasyon çatalını ortaya çıkarmak
D) Kesintili sentezlenen iplikte DNA parçalarını birleştirmek
E) Hatalı DNA'ların hidrolizini sağlamak

20. Protein sentezinde meydana gelen;

I. Amino asitler arasında peptit bağının kurulması
II. DNA'nın anlamlı ipliğinden mRNA üretilmesi
III. tRNA'ların sitoplazmadaki serbest amino asitleri ribozoma taşıması
IV. mRNA'nın çekirdekten sitoplazmaya geçmesi

olaylarının gerçekleşme sırası, aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) II-I-IV-III B) II-III-I-IV C) II-IV-III-I D) III-I-IV-II E) III-II-I-IV

21.

Yukarıdaki tabloda polipeptit oluşumu şematize edilmiştir. **Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) I. olay sırasında hücredeki ribonükleotit sayısı azalır.
B) I. olay ile sentezlenecek proteinin şifresi mRNA'ya aktarılır.
C) II. olay sırasında amino asitler arasında peptit bağı kurulur.
D) I. olay ökaryot hücrenin sitoplazmasında gerçekleşir.
E) DNA'nın kendini eşlemesi sırasında oluşabilecek mutasyon, proteinin yapısını değiştirebilir.

22. Aşağıda verilen açıklamalardan hangisi hücrede protein sentezi yapıldığını kesin olarak gösterir?

A) DNA'nın kendini eşlemesi
B) Endoplazmik retikulum üzerinde çok sayıda ribozomun bulunması
C) ATP'nin harcanıyor olması
D) Sitoplazmada amino asitlerin bulunması
E) mRNA kodonlarıyla tRNA antikodonların hidrojen bağı yapması

23. Aşağıda verilen seçeneklerden hangisinin yapılması biyoetik açıdan uygundur?

A) Embriyodan kök hücre elde edilmesi
B) Besinlerin genetiği değiştirilmiş organizma olduğunun belirtilmeden satılması
C) Biyolojik silah denemesi
D) Kordon kanından kök hücre elde edilmesi
E) Klonlama ile istenen özelliklerin insana aktarılması

24. Aşağıdakilerden hangisi genetik mühendisliğinin uygulama alanlarından değildir?

A) Adli tıp incelemeleri
B) Geleneksek ıslah çalışması
C) DNA parmak izi, klonlama, gen tedavisi çalışmaları
D) Yapay doku ve organların üretilmesi
E) Genlerdeki anormalliklerin düzeltilmesi

25. Hücrede bulunan;

I. DNA polimeraz
II. DNA helikaz
III. RNA polimeraz
IV. Ribonükleaz

enzimlerinden hangileri protein sentezi sırasında görev almaz?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

26. Polimeraz zincir tepkimesi (PCR) ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) PCR ile bir genin çok miktarda kopyası üretilebilmektedir.
B) DNA'daki özgün bölgelerin çoğaltılmasını sağlayan yöntemdir.
C) PCR yöntemi kalıtsal hastalıkların teşhisinde kullanılır.
D) Taq Polimeraz enziminin çok düşük sıcaklıklara dayanması özelliğinden yararlanır.
E) Suç mahallinde bulunan zanlıya ait az miktardaki DNA' yı çoğaltmak için kullanılabilir.

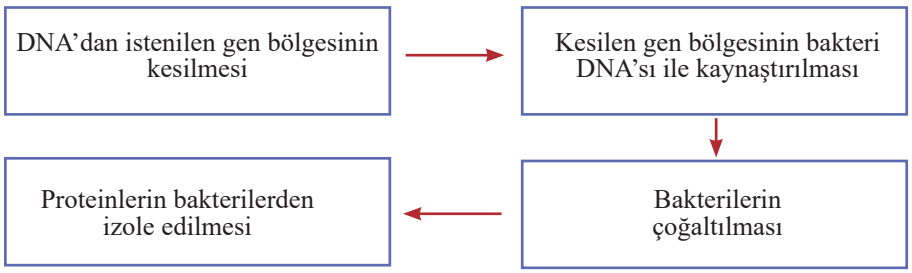
27. DNA yapısı ile ilgili,

I. Nükleotit sayısı kadar pentoz bulundurur.
II. Nükleotitler fosfoester bağlarıyla birleşerek zincir yapısını oluşturur.
III. Adenin nükleotitleri ile timin nükleotitleri arasında üçlü, guanin nükleotitleri ile sitozin nükleotitleri arasında ikili hidrojen bağları vardır.

bilgilerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

28.


DNA'dan istenilen gen bölgesinin kesilmesi
Kesilen gen bölgesinin bakteri DNA'sı ile kaynaştırılması
Bakterilerin çoğaltılması
Proteinlerin bakterilerden izole edilmesi

Gen klonlaması şemasına göre

I. Bu çalışma eczacılar tarafından yapılır.
II. Bu yöntemle çeşitli hormonlar üretilebilir.
III. İnsan proteinleri de bakterilere ürettirilebilir.
IV. Aktarılan gen bakterinin ölümüne neden olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III E) II, III ve IV

29. *Streptococcus pneumoniae* bakterileri patojen etki gösterip zatürreye neden olmaktadır. Bu bakteriye ait farklı formların fareye enjekte edilmesiyle elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

1. Deney	Kapsülsüz bakteri	→	Fareye enjekte edilir.	→	Fare yaşar.
2. Deney	Kapsüllü bakteri	→	Fareye enjekte edilir.	→	Fare ölür.
3. Deney	Isıtılan kapsüllü bakteri	→	Fareye enjekte edilir.	→	Fare yaşar.
4. Deney	Kapsülsüz bakteri+Isıtılan kapsüllü bakteri	→	Fareye enjekte edilir.	→	Fare ölür.

Sadece bu deney sonuçlarına göre aşağıda verilen açıklamalardan hangisi söylenemez?

A) Ölü kapsüllü bakteri hastalık yapmaz.
B) Kapsülsüz bakteri hastalık yapmaz.
C) Ölü kapsüllü bakteri, kapsülsüz bakteriyi etkilemez.
D) Bakteriler bazı etkilerle form değiştirebilirler.
E) Kapsüllü ve kapsülsüz bakterileri ısıtıp fareye enjekte edersek fare yaşar.

30. DNA molekülünde bulunan nükleotit ve guanin sayısının bilinmesi ile

I. Tek zincirdeki pürin bazı sayısı
II. Pürin bazlarının toplam nükleotit sayısına oranı
III. DNA'nın tamamındaki deoksiriboz sayısı

verilenlerden hangileri bulunabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

31. Bir bilim insanı, nesli tükenmiş olan bir canlı fosilinin DNA'sı ile var olan kuş türünün DNA'sını karşılaştırmak istiyor. **Bulunan DNA'nın miktarının artırılması için aşağıdaki yöntemlerden hangisi kullanılmalıdır?**

A) Agaroz jel elektroforez B) Mikroenjeksiyon C) Polimeraz zincir reaksiyon
D) Amniyosentez E) Gen terapisi

32. Diyabet hastalarının enjeksiyon ile aldıkları insülin hormonunun elde edilmesi sürecinde;

I. Bakteri DNA'sının saf olarak elde edilip, kesilerek insandan alınan DNA ile birleştirilmesi
II. Rekombinant DNA'ya sahip bakterinin besi kültüründe çoğalmaya bırakılması
III. İnsan DNA'sından, insülin sentezleyen gen bölgesinin restriksiyon enzimleriyle kesilmesi
IV. Bakteri hücresine rekombinant DNA'nın aktarılması

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) III-I-IV-II
B) III-IV-I-II
C) III-II-I-IV
D) II-III-I-IV
E) I-IV-II-III

33. Aşağıdakilerden hangisi DNA parmak izi analiz yönteminin kullanıldığı çalışmalardan biri <u>değildir</u>?

A) Hayvan türlerinin korunması
B) Safkan ırkların araştırılması
C) Babalık testi yapılması
D) Tüp bebek uygulamaları
E) Suçluların tespit edilmesi

34. Genetik şifre ile ilgili;

I. Kodonların farklı sıralanması, farklı polipeptitlerin üretilmesine neden olur.
II. 64 çeşit kodon 24 çeşit amino asidi şifreler.
III. DNA üzerindeki üçlü nükleotitlerden meydana gelir.
IV. Birden fazla genetik şifre bir amino aside karşılık gelebilir.

yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) III ve IV E) I, II ve III

35. Translasyon ile ilgili;

I. mRNA ribozoma bağlanması
II. Peptit bağlarının oluşması
III. Fosfoester bağlarının oluşması

olaylarından hangileri ribozomda meydana gelir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

36 - 39. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Hücrelerde protein sentezi sırasında amino asitler DNA'daki şifreye göre sıralanır. Böylece farklı çeşitlerde proteinler oluşur. Canlıların ürettiği proteinler kendilerine özgüdür. Protein sentezi, mRNA sentezlenmesi ile başlar. Amino asitler, tRNA'lar tarafından ribozoma getirilip polipeptit zincirlerini oluşturur. Protein sentezi başlangıç kodonu ile başlatılır, durdurucu kodon ile sonlandırılır.

36. Aşağıda verilen açıklamalardan doğru olanların karşısına (X) işareti koyunuz.

Başlama ve dur kodonları amino asit şifrelemez. (……)
Bir kodon birden fazla amino asidi şifreleyebilir. (……)
Bir hücrede en fazla 61 çeşit amino asit şifresi bulunabilir. (……)
DNA molekülünün anlamlı zincirinden üretilen mRNA, sentezlenecek proteindeki amino asit dizilimini belirler. (…...)

37. Bir DNA'nın anlamlı zincirindeki şifreler TAS, TTT, SGS, GAG, ATT, AAA ise

a) Bu zincirden sentezlenecek mRNA'daki nükleotit dizilimini aşağıya yazınız.
……

b) mRNA üzerinde kaç kodon vardır? Yazınız.
……

c) Sentezlenecek protein hangi amino asitle başlar? Yazınız.
……

ç) Sentezlenecek protein kaç amino asitten oluşur? Yazınız.
……

d) Bu proteinin sentezinde kaç tane tRNA kullanılır? Yazınız.
……

38. 20 çeşit amino asit kullanılarak milyonlarca çeşit protein üretilebilmesini nasıl açıklayabilirsiniz? Yazınız.
……
……
……

39.

Amino asit	Antikodon
serin	AGA, AGG, AGU
lizin	UUU, UUS
metiyonin	UAS

Tabloda verilen aminoasit ve antikodonlarla ilgili;
I. Bir amino asidi birden fazla antikodon çeşidi şifreleyebilir.
II. Bir antikodon çeşidi birden fazla amino asidi şifreleyebilir.
III. Lizin amino asidini şifreleyen anlamlı zincirde timin nükleotidi bulunmaz.
IV. Metiyonin amino asidini AUG kodonu şifreler.
ifadelerinden hangileri doğrudur?
A) Yalnız I
B) I ve III
C) I ve II
D) II ve III
E) I ve IV

40 - 43. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesinde, 21 Kasım 2007 tarihinde "Oyalı" isminde ilk klon koyun üretilmiştir. Bu çalışmada bir koyuna ait yumurta hücresinin çekirdeği çıkarılmış ve çekirdeksiz yumurta hücresi elde edilmiştir. Bu çekirdeksiz yumurta hücresi, başka bir yetişkin koyunun vücut hücresinin çekirdeği ile mikroenjeksiyon yöntemi kullanılarak kaynaştırılmıştır. Oluşan diploit hücre, normal döngüsüne devam ederek yeni bir embriyoyu meydana getirmiştir. Oluşan bu embriyo, taşıyıcı bir koyunun rahmine yerleştirilmiş ve gelişimini tamamladıktan sonra sezeryanla dünyaya getirilmiştir.

40. Bu çalışmaların sonuçlarına göre aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur? Doğru olan ifadelerin karşısındaki kutucuğa "X" işareti koyunuz.

Oyalı'nın DNA'sı ile vücut hücresi alınan koyunun DNA'sı aynıdır.	
Oyalı'nın DNA'sı ile yumurta hücresi alınan koyunun DNA'sı aynıdır.	
Oyalı, taşıyıcı annenin kopyasıdır.	
Oyalı klonlanırsa oluşacak yavrunun DNA'sı Oyalı ile aynıdır.	

41. Oyalı'nın meme hücrelerinden yeni bir klon koyun yapılır ise bu koyun başlangıçtaki hangi koyunun DNA'sı ile aynı DNA'ya sahip olur? Yazınız.

.....

42. Bir koçun klonunu yapmak mümkün müdür? Mümkün ise klonlama aşamalarını sırası ile yazınız.

.....

43. Her canlının klonunun teknik açıdan yapılmasının mümkün olduğu görülmektedir. Klonlama çalışmaları, model organizmalar ve diğer bazı canlılarla yapılmaktadır. Etik açıdan insan klonunun yapılması uygun değildir. **Bu durumun nedenini açıklayınız?**

.....

44 - 47. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Suçlunun belirlenmesi gereken özel durumlarda emniyet güçleri, olayın yaşandığı bölgeyi şerit ile çevirirler. Özel kıyafet giyen olay yeri inceleme ekipleri; alanda saç, tırnak vb. DNA içeren materyalleri ararlar. Buldukları materyallerdeki DNA'ları, Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltırlar. Daha sonra "agaroz jel elektroforez yöntemi" ile yürütülen DNA'ların fotoğrafını çekerler. Elde edilen görüntü (DNA parmak izi) ile zanlının DNA'larını karşılaştırırlar.

44. Elde edilen DNA parmak izi hangi amaçla kullanılacaktır? Yazınız.

……

……

45. Olay yeri inceleme ekibi neden özel kıyafet kullanır? Bu kıyafetlerin kullanılmaması durumunda neler olabilir?

……

……

46. DNA parmak izi suçlunun tespit edilmesinde bazı durumlarda yetersiz kalabilir. **Bu durumun nedeni ne olabilir? Yazınız.**

……

……

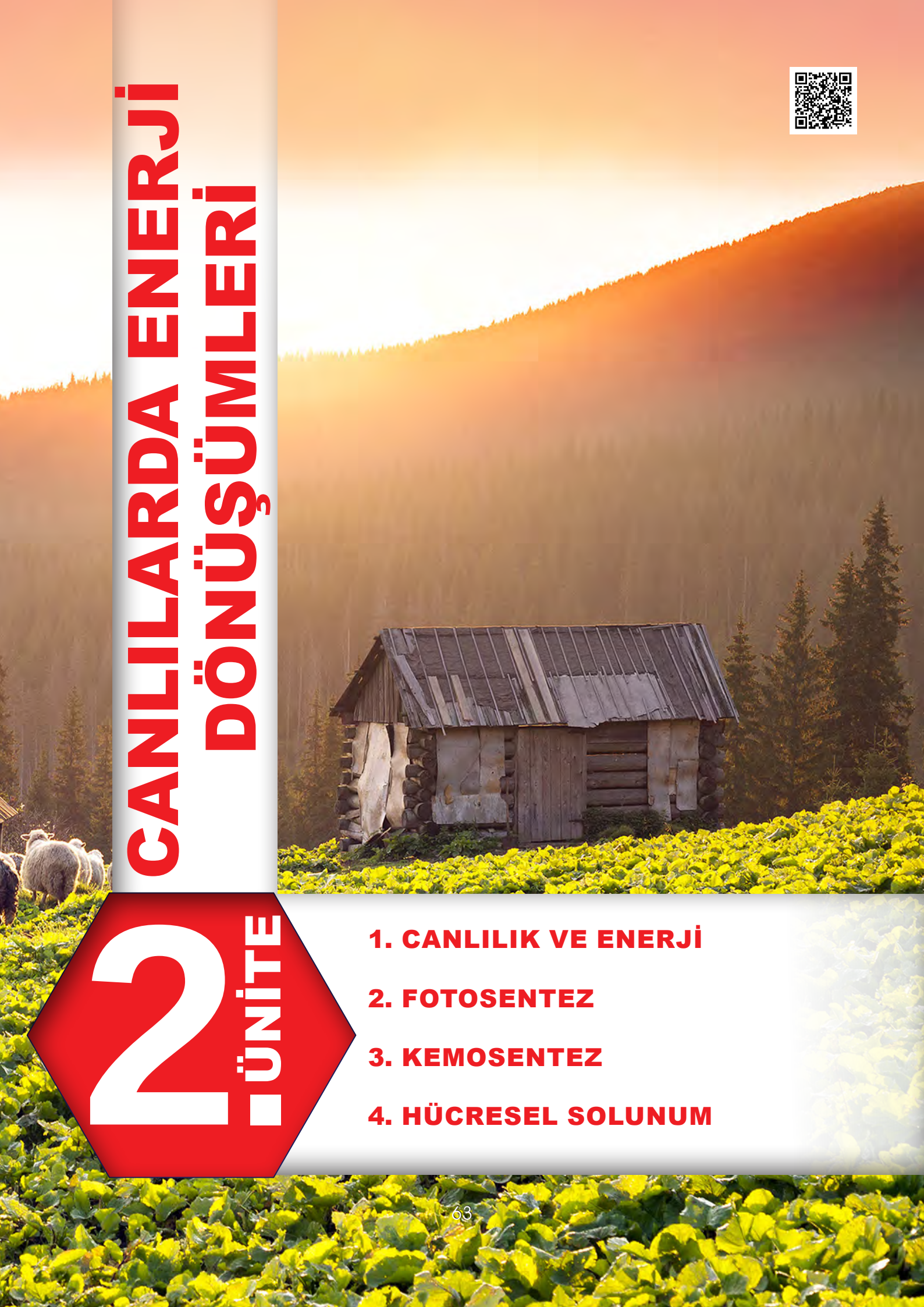
47. Bu çalışmalara göre aşağıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri doğrudur? Doğru olan ifadenin veya ifadelerin karşısındaki kutucuğa "X" işareti koyunuz.

Suçlunun tespitinde sadece olay yerinden alınan DNA kullanılır.	
Olayla ilgili olan şahısların DNA'sına ihtiyaç vardır.	
Olay yerinde DNA'nın bulunması her zaman olayın çözülmesini sağlar.	
PCR yöntemi olmasaydı az miktardaki DNA'larla çalışmak mümkün olmazdı.	

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

"Genden Proteine" ünitesinin sonunda neleri, ne kadar öğrendiğinizi anlamak için kendinizi değerlendirebilirsiniz. Bunu yapabilmek için "Her zaman", "Bazen", "Hiçbir zaman" şeklinde derecelendirilen ölçütlerden size uygun olanını işaretleyiniz. Değerlendirme sonucunda "Bazen" veya "Hiçbir zaman" cevaplarınız çoğunlukta ise üniteyi tekrar gözden geçiriniz.

Sıra No.	DAVRANIŞLAR	DERECELER		
		Her zaman	Bazen	Hiçbir zaman
1	Nükleik asitlerin keşif sürecini özetleyebilirim.			
2	Nükleik asitlerin çeşitlerini ve görevlerini açıklayabilirim.			
3	Hücredeki genetik materyalin organizasyonunda parça bütün ilişkisi kurabilirim.			
4	DNA'nın kendisini eşlemesini açıklayabilirim.			
5	Protein sentezinin mekanizmasını açıklayabilirim.			
6	Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji kavramlarını açıklayabilirim.			
7	Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarını açıklayabilirim.			
8	Sentetik biyoloji uygulamalarına örnekler verebilirim.			
9	Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkisini değerlendirebilirim.			



2 ÜNİTE

CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

1. CANLILIK VE ENERJİ
2. FOTOSENTEZ
3. KEMOSENTEZ
4. HÜCRESEL SOLUNUM

1. BÖLÜM
CANLILIK VE ENERJİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde, canlılığın devamı için enerjinin gerekliliğini öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

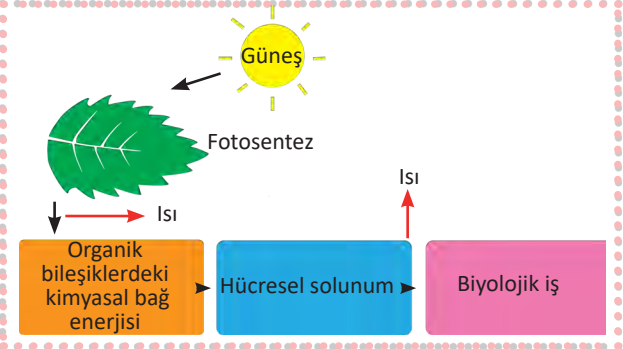
ATP, enerji, enerji dönüşümü, fosforilasyon, fotosentez, hücresel solunum, kemosentez

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Otomobillerde kullanılan yakıtların kaynağı nedir? Açıklayınız.
2. Yeryüzünde bitkilerin tükenmesinin olası sonuçları neler olabilir? Düşüncelerinizi paylaşınız.
3. Canlılar enerjiyi nasıl elde eder? Açıklayınız.

1. CANLILIK VE ENERJİ

Yeryüzünde yaşamın devamı, enerjinin varlığı ve dönüşümü ile mümkündür. **Enerji**, iş yapabilme yeteneğidir. Canlılarda meydana gelen bütün metabolik süreçlerin ayrılmaz bir parçası olan enerji; büyüme, gelişme, çoğalma vb. olaylarda kullanılır. Kemosentez yapan canlılar hariç kullanılan bu enerjinin temel kaynağı güneştir. Canlılar, var olan birçok enerji türünü bir formdan başka bir forma dönüştürebilir. Fotosentez yapan canlıların ışık enerjisini besinlerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisine dönüştürmesi bu duruma örnektir. Canlılar, en çok kullandıkları enerji çeşidi olan kimyasal bağ enerjisini de besin zinciri yolu ile birbirlerine iletir. Tüm canlılar, organik besinlerdeki kimyasal bağ enerjisini ATP'ye dönüştürerek yaşamsal faaliyetlerinde kullanır (Görsel 2.1).

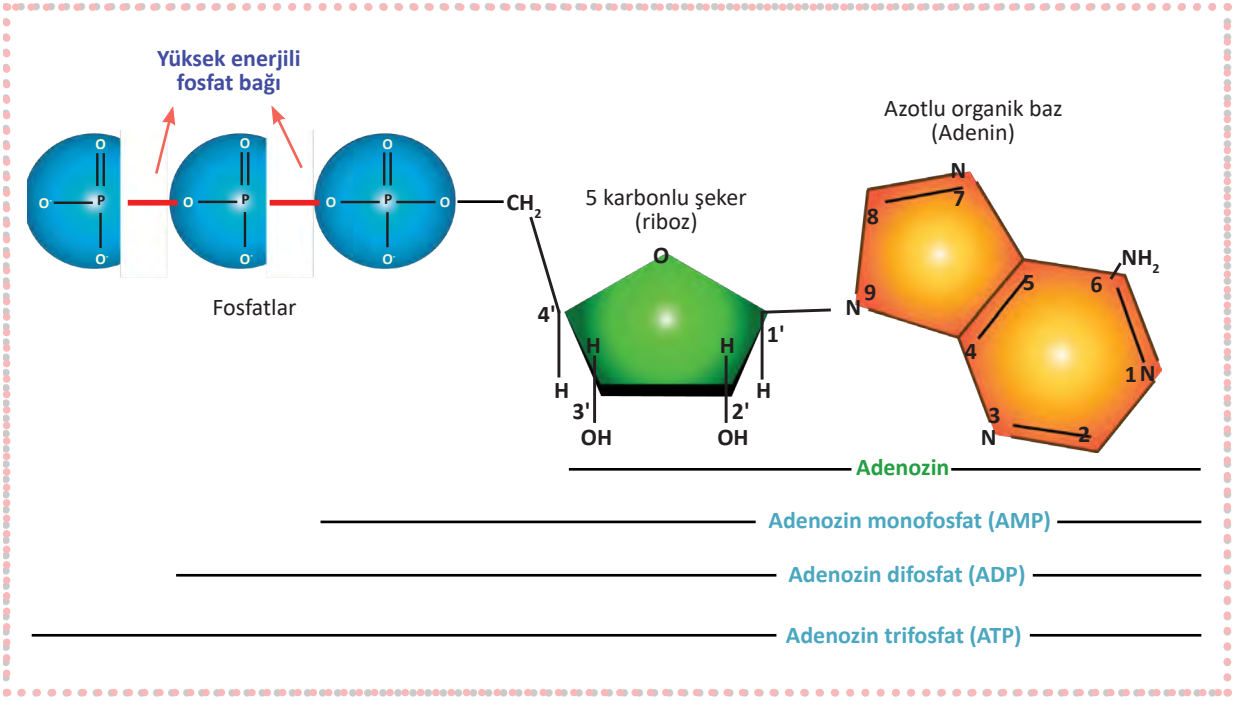


Görsel 2.1: Canlılarda enerji dönüşümü

1.1. Enerjinin Temel Molekülü ATP (Adenozin trifosfat)

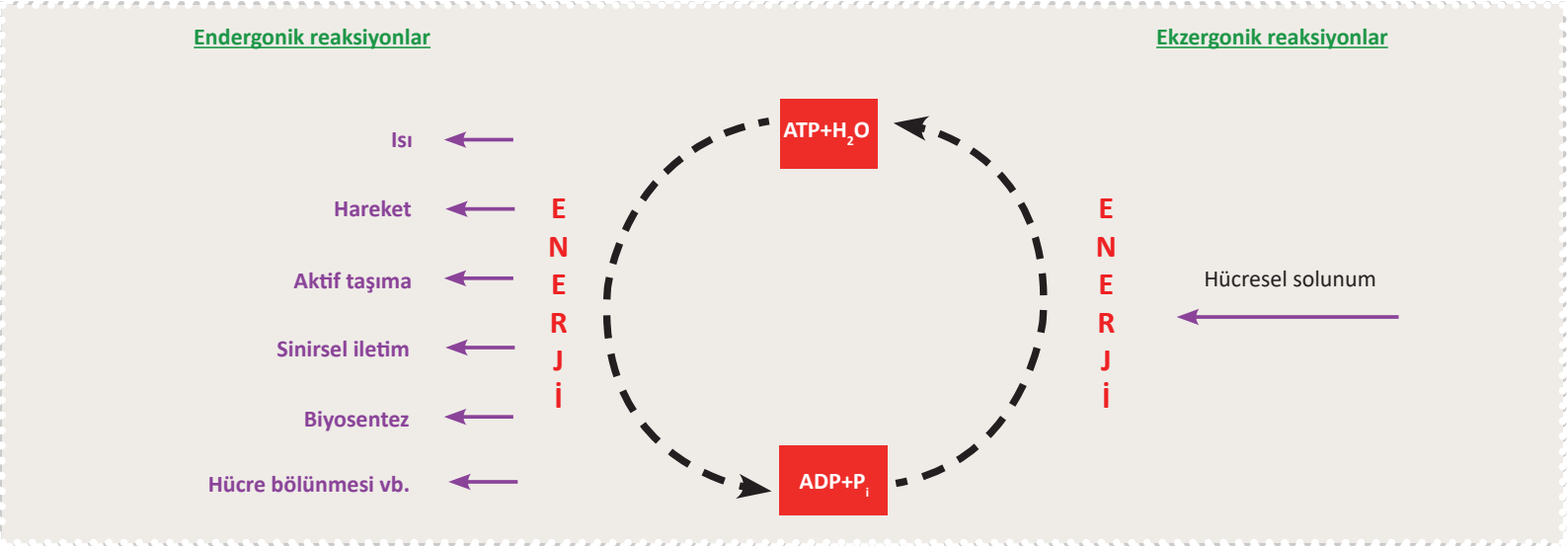
Canlıların pek çok reaksiyonu gerçekleştirmek için ihtiyaç duyduğu enerji, organik moleküllerin yıkılması sonucu açığa çıkan kimyasal bağ enerjisidir. Canlılar bu enerjiyi doğrudan kullanamaz. Tüm canlılarda kullanılan enerji molekülü ATP'dir. ATP molekülü başka bir hücreye aktarılamaz, depolanamaz.

ATP molekülü; azotlu organik baz (adenin), 5 karbonlu şeker (riboz) ve üç fosfat grubundan meydana gelir. Adenin bazı ile riboz arasında glikozit bağı, riboz şekeri ile ilk fosfat grubu arasında fosfoester bağı vardır. Adenozin molekülüne bir fosfatın bağlanmasıyla adenozin monofosfat (AMP), AMP'ye bir fosfatın bağlanmasıyla adenozin difosfat (ADP), ADP'ye bir fosfatın daha bağlanmasıyla adenozin trifosfat (ATP) oluşur (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: ATP'nin yapısı

Hücrelerde büyüme, üreme, hareket, biyosentez, aktif taşıma gibi yaşamsal faaliyetler için gereken yapım ve yıkım tepkimelerine **metabolizma** denir. Basit moleküllerden kompleks yapılı moleküllerin sentezlenmesine **anabolizma (yapım)**, karmaşık moleküllerin basit moleküllere parçalanmasına **katabolizma (yıkım)** denir. Yapım tepkimeleri enerji gerektiren endergonik, yıkım tepkimeleri ise genellikle enerji açığa çıkaran ekzergonik tepkimelerdir (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: ATP döngüsü

ATP molekülü, sürekli kullanılan ve yenilenebilen bir moleküldür. ADP'ye enerji ile birlikte inorganik fosfat (P_i) eklenmesi sonucu ATP üretilmesine **fosforilasyon** denir. Fosforilasyon sırasında su açığa çıkar (dehidrasyon). ATP'nin H_2O ile hidroliz edilerek yapısındaki enerjinin açığa çıkarılmasına **defosforilasyon** denir. Canlıdaki fosforilasyon ve defosforilasyon olayları endergonik reaksiyonlar ve ekzergonik reaksiyonlar arasında bir köprü oluşturur.

Defosforilasyon

$$ATP + H_2O \rightleftarrows ADP + P_i + Enerji$$

Fosforilasyon

ATP'deki fosfat grubu arasında yer alan bağlar hidrolizle kırılabilir. En uçtaki fosfat bağı kırıldığında bir molekül inorganik fosfat (P_i) ATP'den ayrılır. ATP, ADP hâline gelir. Bu tepkimede bir molekül ATP'nin ADP'ye hidrolizi ile enerji açığa çıkar.

$$ATP + H_2O \longrightarrow ADP + P_i + Enerji$$

$$ADP + H_2O \longrightarrow AMP + P_i + Enerji$$

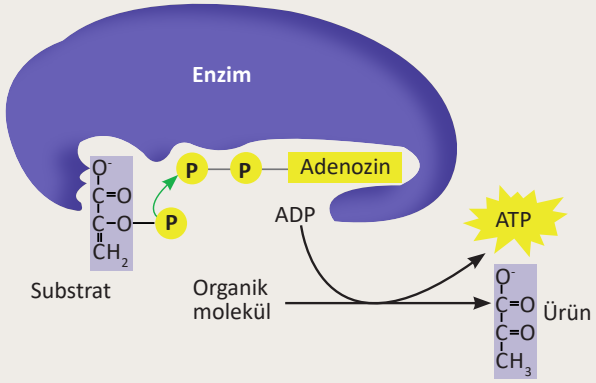
ATP molekülünün canlılarda evrensel enerji kaynağı molekülü olarak kabul edilmesinin nedenleri şunlardır:

- Tüm hücrelerde ATP molekülünün varlığı,
- Hücrelerde gerçekleşen birçok metabolik faaliyette ATP molekülünün kullanılması,
- ATP sentezlenmeyen hücrelerde canlılığın son bulması.

ATP molekülünün hücrede metabolik faaliyetlerde kullanılmak üzere yıkımına ve solunum olayları ile yapımına **ATP döngüsü** denir. Canlı organizmalarda ATP molekülünün üretilmesi; substrat düzeyinde fosforilasyon, oksidatif fosforilasyon ve fotofosforilasyon olmak üzere üç şekilde gerçekleştirilir.

a) Substrat Düzeyinde Fosforilasyon

Yapısında fosfat bulunduran bir substrattan enzimler aracılığı ile bir fosfatın ADP'ye aktarılmasıyla ATP sentezlenmesine **substrat düzeyinde fosforilasyon** denir. Substrat düzeyinde fosforilasyon, oksijenli ve oksijensiz solunum yapan tüm canlı hücrelerde gerçekleşen ortak bir olaydır. Görev alan enzimler de ortaktır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Substrat düzeyinde fosforilasyon

b) Oksidatif Fosforilasyon

Organik moleküllerin yıkımıyla veya inorganik moleküllerin oksitlenmesi sonucu açığa çıkan elektronların, elektron taşıma sisteminde yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonları ile taşınması sırasında oluşan enerjiden ATP üretilmesine **oksidatif fosforilasyon** denir. Oksijenli, oksijensiz solunum yapan canlılar ve kemosentez yapan canlılarda ATP üretiminin çoğu; oksidatif fosforilasyonla elde edilir.

c) Fotofosforilasyon

Klorofil molekülünün ışık enerjisini kullanarak ADP'ye inorganik fosfat eklenmesi yoluyla ATP sentezlemesine **fotofosforilasyon** denir. Fotofosforilasyonla sentezlenen ATP molekülü, fotosentezde kullanılır. Fotofosforilasyon, fotosentez yapan canlıların klorofil bulunduran hücrelerinde ışık varlığında gerçekleşir.

SIRA SİZDE

Metabolik faaliyetlerde kullanılacak enerji ATP'den karşılanır. Bu durumun hücreye sağladığı avantajlar neler olabilir? Yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. BÖLÜM
FOTOSENTEZ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; fotosentezin canlılar açısından önemini, fotosentez sürecini ve fotosentez hızını etkileyen faktörleri öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

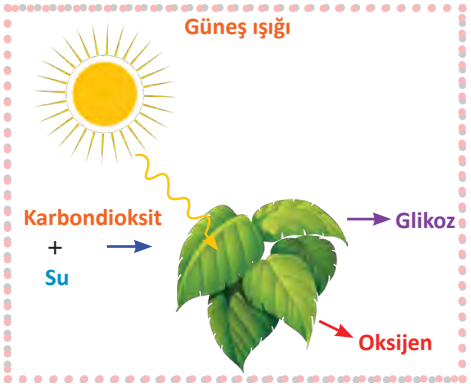
fotosentez, fotoliz, ışık, klorofil, kloroplast

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. İnsanlar, bitkilerin bol olduğu ortamlarda kendilerini neden daha dinç hissederler? Düşüncelerinizi paylaşınız.
2. Günlük hayatımızda kullandığımız enerjiyi nereden ve nasıl elde ediyoruz? Açıklayınız.
3. Bitkiler nasıl beslenir?

2. FOTOSENTEZ

Yeryüzündeki ana enerji kaynağı güneştir. Canlılar güneşten gelen ışık enerjisini doğrudan kullanamaz ve depolayamaz. Güneş enerjisinin kullanılabilir hâle gelmesi için başka bir enerji türüne dönüştürülmesi gerekir. Fotosentez bu dönüşümü gerçekleştiren olaydır. Klorofil pigmenti bulunduran canlılar, ışık enerjisini organik moleküllerde depolanan kimyasal bağ enerjisine dönüştürür (Görsel 2.5). Bu dönüştürme sürecine **fotosentez** denir. Besinlerini sentezlerken ışık enerjisini enerji kaynağı olarak kullanan üreticilere de **fotoototrof** veya **fotosentetik canlılar** denir. Bitkiler, bazı bakteriler, *Euglena* (Öglena) ve algler fotoototrof canlılara örnektir.



Görsel 2.5: Fotosentez

2.1. Fotosentezin Canlılar İçin Önemi

Canlıların yapısını oluşturan hücreler, dokular ve enzimler fotosentez sonucu üretilen organik moleküllerden oluşturulur. Fotosentezle üretilen organik besinler, canlıların besin kaynağıdır. Canlılar, bu besin maddelerini solunum olayı ile parçalayarak yaşamı için gerekli enerjiyi kazanır. Böylece fotosentez ile doğadaki enerji dönüşümü sağlanır.

Fotosentetik canlılar, CO_2'i kullanarak (özümleyerek) kendisi ve diğer canlılar için gerekli besin ile O_2'i üretir. O_2'li solunum yapan canlılar da enerjiyi üretmek için bu besin ve O_2'i kullanarak atmosfere CO_2 verir. Böylece CO_2 ve O_2 döngüsü gerçekleştirilmiş olur.

Bitkilerin küçük bir tohumdan zamanla nasıl büyük bir bitki hâline geldiği, kütlece nasıl büyüdüğü bilim insanları tarafından merak edilmiş ve günümüze kadar araştırma konusu olmuştur.

Aristo (MÖ 384-322), bitkilerin besin maddelerini kökleri aracılığıyla topraktan ve sudan hazır aldıklarını ileri sürmüştür.

17. yüzyılda Belçikalı bilim adamı Jan Baptist van Helmont (Cen Baptist ven Helmant), bitkilerin beslenmesi, büyümesi ve gelişimi alanında araştırmalar yapmış, bitkilerdeki kütlesel artışın sadece sudan kaynaklandığını ve bitkisel maddenin doğrudan sudan geldiği sonucunu çıkarmıştır (Görsel 2.6).

Görsel 2.6: Jan Baptist van Helmont

1775 yılında Joseph Priestley (Cozıf Prizley), bitkiler tarafından üretilen oksijenin hayvanlar tarafından kirletilen havayı temizlediği fikrini ortaya atmıştır.

1779 yılında Jan Ingenhousz (Yan İnginhus), havanın temizlenmesinin bitkinin yeşil kısımları tarafından güneş ışığında yapıldığını açıklamıştır. Fotosentezde klorofilin önemini vurgulamıştır.

1804 yılında İsviçreli kimyacı Nicolas Theodore De Saussure (Nikola Teodo Dö Sösyü), bitki ağırlığındaki artışın sudan kaynaklandığı bilgisinden yola çıkarak, bitkideki besin üretimi sırasında suyun kullanıldığını göstermiştir.

1840 yılında Justus von Liebig (Castıs van Libig), CO_2'in bitkiler için karbon kaynağı olduğunu vurgulamıştır.

1842 yılında Robert Mayer (Rabırt Mayır), ışığın enerji içerdiğini, canlılar tarafından kullanılan enerji kaynağının güneş ışığı olduğunu ve fotosentezde bitkinin yakaladığı güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürdüğünü belirtmiştir.

1883 yılında Theodor Wilhelm Engelmann (Teodor Vilhelm Engelman), ışığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisini "Engelman deneyi" olarak ifade edilen basit bir düzenekle açıklamıştır.

1905 yılında Frederick Blackman (Feriderik Blekmın), fotosentezin yalnızca fotokimyasal bir olay değil aynı zamanda biyokimyasal bir olay olduğunu ileri sürerek, olayın ışık gerektirmeyen bir karanlık reaksiyon safhası olduğunu da vurgulamıştır. Ayrıca Blackman fotosentezde "minimum yasasını" bulmuştur.

1931 yılında Cornelis Bernardus Van Niel (Kornalis Börnardis Ven Niyıl), atmosfere verilen oksijenin kaynağının su olduğunu ileri sürmüştür. Van Niel, CO_2 kullanarak kendi besinini kendisi üreten ancak atmosfere oksijen vermeyen bakterilerle çalışmalar yapmış, bu çalışmalar sonucunda su yerine H_2S kullandığında yan ürün olarak kükürt çıktığını saptamıştır. Kullanılan hidrojen kaynağına göre oksijen, kükürt gibi farklı son ürünler açığa çıkabilir. Hidrojen kaynağı olarak su kullanılırsa son ürün olarak oksijen gazı açığa çıktığından atmosferdeki oksijen dengesi korunmuş olur.

Kükürt bakterilerinde

$$CO_2 + 2\,H_2S \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık Enerjisi}} (CH_2O) + H_2O + 2S$$

Bitkilerde

$$CO_2 + 2\,H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık Enerjisi}} (CH_2O) + H_2O + O_2$$

1937 yılında Robert Hill (Rabırt Hil), fotosentezin ışık reaksiyonu üzerinde çalışarak ortamda ışık, su ve uygun bir hidrojen yakalayıcısı bulunduğunda, izole kloroplastların bile ortamda CO_2 olmadan O_2 oluşturabildiklerini görmüştür. Ayrıca yapraklarda doğal bir hidrojen yakalayıcısı maddenin bulunduğunu ortaya koymuştur. **Hill reaksiyonu** adını verdiği bir denklemle olayı açıklamıştır. Reaksiyon, fotosentezde O_2'in ışık reaksiyonlarında oluştuğu ve bunun kökeninin CO_2 değil de H_2O olduğunu göstermesi yönünden önemlidir.

1941 yılında Samuel Ruben (Semuul Ruben) ve arkadaşlarının ağır oksijen atomu ($^{18}O_2$) taşıyan su ($H_2{}^{18}O$) molekülleri ve normal oksijen atomu ($^{16}O_2$) taşıyan karbondioksit ($C^{16}O_2$) molekülleri ile yaptığı çalışmalar bunu doğrulamıştır.

Fotosenteze katılan su molekülündeki hidrojen atomu, glikozun ve açığa çıkan suyun yapısına katılır. Su molekülündeki oksijen ise atmosfere verilir. Fotosentez sonucu açığa çıkan oksijenin kaynağı sudur. Karbondioksitteki karbon atomu glikozun yapısına katılırken oksijen atomu hem glikozun hem de açığa çıkan suyun yapısına katılır.

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık Enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O$$

1960 yılında Peter Dennis Mitchell (Pitır Dönis Mişel), mitokondrilerde ATP sentezi mekanizmasını açıklamıştır. Yapılan araştırmalar kloroplastlardaki ATP üretiminin de benzer şekilde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

1961 yılında Melvin Calvin (Melvin Kelvin), fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları üzerinde çalışmış, olaydaki karbon metabolizmasını **Kelvin döngüsü** olarak açıklamıştır.

SIRA SİZDE

Dünya'nın 6 ay boyunca güneş ışığı almadığı düşünüldüğünde ortaya çıkabilecek sonuçlar neler olabilir? Yazınız.

.....

.....

.....

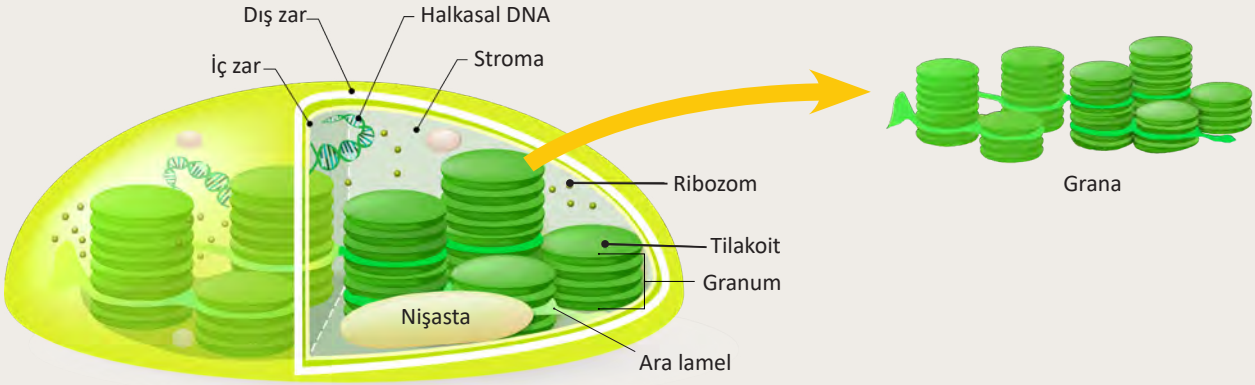
.....

ARAŞTIRINIZ

Karada yaşayan fotosentetik canlıların yok olması durumunda bile atmosferdeki oksijenin varlığının devam etmesi mümkündür. Bunun sebeplerini araştırınız.

Kloroplast

Fotosentez ökaryotlarda kloroplastlarda gerçekleşir. Kloroplast; bazı protistlerde, bitkilerin yeşil yapraklarında, olgunlaşmamış meyvelerinde, genç dallarında, bazı köklerde ve çiçek kısımlarında bulunur. Kloroplast organeli, çift zarlı bir yapıya sahiptir. Kloroplastların iç kısmı bir zar ağı ile örülmüştür. Bu yapı; **tilakoitler** denilen ince, yassı ve tabak benzeri keseciklerden oluşur. Tilakoitlerin üzerinde ışığın emilimini sağlayan pigmentler yer alır. Tilakoitlerin sütunlar hâlinde üst üste dizilmesi ile de **granum** denilen yapılar oluşur. Granumlar **ara lameller** ile birbirlerine bağlıdır. Granumların meydana getirdiği bütün yapıya **grana** denir. Tilakoitler, **stroma** denilen yapışkan bir sıvı içerisine gömülmüştür. Bu sıvının içinde ışıktan bağımsız reaksiyonlarda görev alan enzimler ile kloroplastın kendine ait DNA, RNA, ribozom, amino asitler, bazı proteinler, lipit ve nişasta bulunur (Görsel 2.7). Kloroplast, kendisine ait DNA'sı olduğundan belli bir büyüklüğe geldiğinde veya ihtiyaç duyulduğunda hücre çekirdeği kontrolünde kendini eşleyerek çoğalabilir. Kloroplast içerisinde gerçekleşen tepkimelerde görevli enzimlerin üretimini stroma içindeki ribozomlar yapar. Kloroplastlarda üretilen ATP'ler, fotosentez tepkimelerinde kullanılır. Tilakoitler ve stroma, fotosentez olayının farklı evrelerinin meydana geldiği yerlerdir. Tilakoitlerde güneş enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülür. Stromada ise güneşten alınan bu enerji, karbondioksidi basit şekere indirgemek için kullanılır.



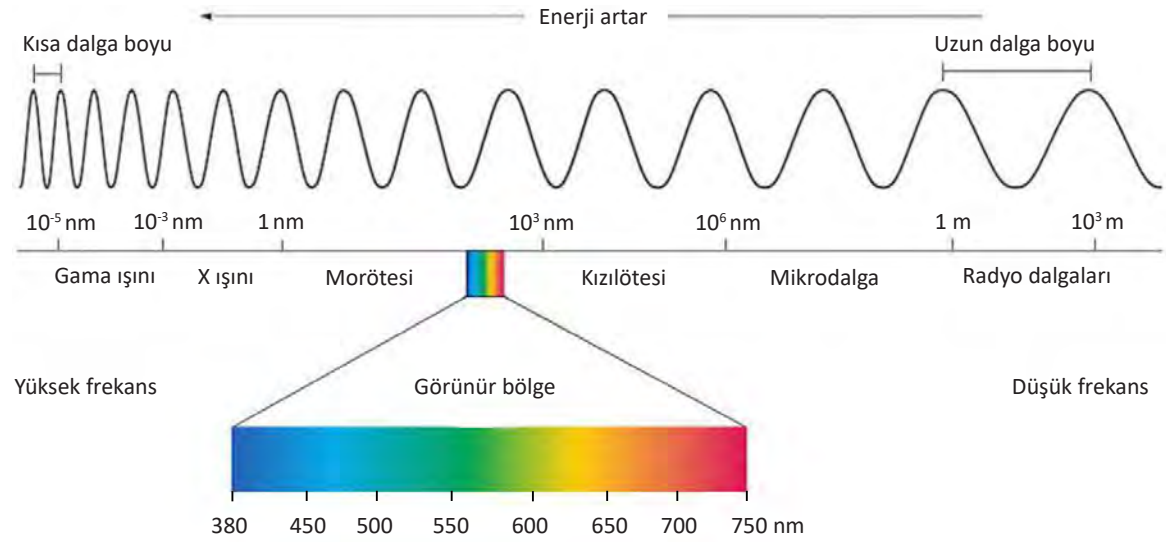
Görsel 2.7: Kloroplastın yapısı

Işık Enerjisi

Işık enerjisi dalgalar hâlinde yayılan bir elektromanyetik enerji biçimidir. Dalgalar hâlinde yayılan ışığın oluşturduğu iki ardışık tepe noktası arasındaki mesafeye **ışığın dalga boyu** denir. Işığın dalga boylarına göre sıralanmasıyla **elektromanyetik spektrum** elde edilir. Elektromanyetik spektrumda yer alan ışığın yaklaşık 380 nm ile 750 nm arasındaki dalga boyları insan gözüyle görülebildiğinden **görünür ışık** olarak isimlendirilir.

Tüm renklerin karışımı olan beyaz ışık; prizmadan geçirildiğinde mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı renkli ışık bantları oluşturur. Görünür ışık spektrumunda dalga boyu en uzun olan kırmızı ışık, en kısa olan ise mor ışıktır. Enerji miktarı, ışığın dalga boyu ile ters orantılıdır. Dalga boyu uzun olan ışığın enerjisi düşük, dalga boyu kısa olan ışığın enerjisi yüksektir. Bitkiler, fotosentez yaparken spektrumdaki görünür ışığı kullanır. Görünmeyen ışık ise klorofil tarafından tutulmaz ve fotosentezde kullanılmaz. Görünür ışığı emen maddelere **pigment** denir. Farklı pigmentler, farklı dalga boyundaki ışığı soğurur, soğurulmayan ışınları ise geçirir ya da yansıtır. Bitkilerde klorofil dışında başka pigmentler de bulunur. Bu pigmentlere turuncu renkli **karoten**, sarı renkli **ksantofil**, kırmızı renkli **likopin** örnek verilebilir. **Karotenoitler,** çiçek ve meyvelere renklerini verir. Ayrıca klorofilin soğuramadığı farklı dalga boylarındaki

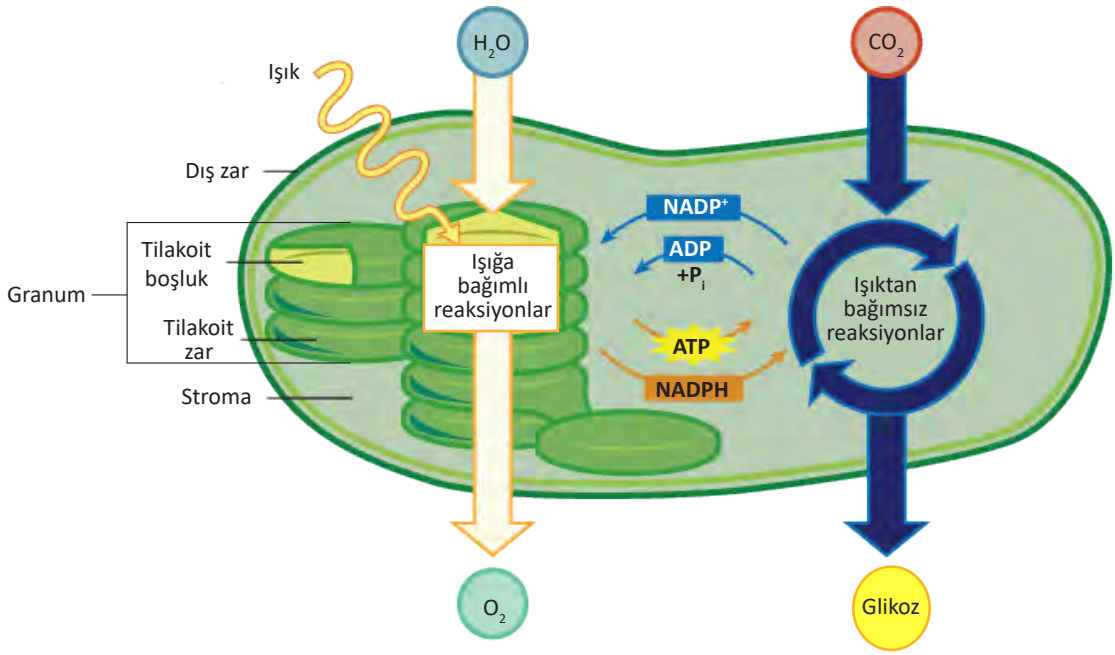
ışınları da soğurabilir. Soğurulan ışınlar daha sonra klorofile aktarılarak fotosentezde kullanılır. Bununla birlikte bazı karotenoitler, klorofile zarar verecek olan aşırı ışığı da emerek yayar. Işığın yapısında yüksek hızla hareket eden ve enerji yüklü olan taneciklere **foton** denir. Güneş'in yaydığı elektromanyetik ışınlardan görünür dalga boyunda olanların fotonlarındaki enerji, fotosentezde kullanılır (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Elektromanyetik spektrum

2.2. Fotosentez Reaksiyonları

Fotosentez olayı, **ışığa bağımlı reaksiyonlar** ve **ışıktan bağımsız reaksiyonlar** olarak iki evrede gerçekleşir (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: Işığa bağımlı reaksiyonlar ile ışıktan bağımsız reaksiyonlar arasındaki iş birliği

2.2.1. Işığa Bağımlı Reaksiyonlar

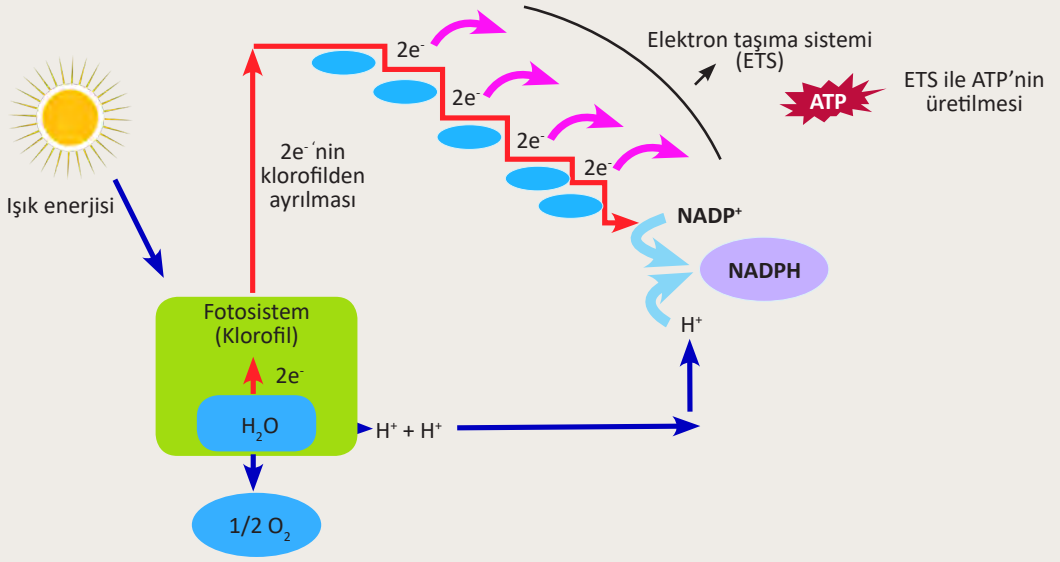
Işığa bağımlı reaksiyonlar, kloroplastların granalarında gerçekleşir. Fotosentezde besin sentezlenebilmesi için ATP üretilmesi gerekir. Klorofilin ışığı soğurarak enerji kazanmasıyla ATP sentezi gerçekleşir. Işığı soğuran ve kimyasal enerjiye dönüştürülmesini sağlayan birimlere **fotosistem** denir. Fotosistemler tilakoit zarda bulunur. Fotosistemde bulunan klorofil molekülünün ışık enerjisini soğurmasıyla elektronlar serbest kalır. Serbest kalan bu elektronu tutabilecek bir sistem gereklidir. Bu sistem, kloroplastlardaki granumda bulunan **elektron taşıma sistemi (ETS)**'dir. Klorofilden ayrılan elektronlar, indirgenme (redüksiyon) ve yükseltgenme (oksidasyon) kurallarına göre ETS'yi oluşturan bir molekülden diğer moleküle doğru aktarılır. Bu aktarım sırasında elektronun kaybettiği enerji ile ATP üretilir (fotofosforilasyon).

Işık enerjisi yardımıyla su moleküllerinin elektron (e^-), proton (H^+) ve O_2'e ayrışması olayına **fotoliz** denir. Açığa çıkan hidrojenler ve elektronlar NADP+ (Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat) molekülüne aktarılır ve NADPH molekülü üretilir (Görsel 2.10).

Fotoliz denklemi

$$H_2O \xrightarrow{\text{Enzim}} 2e^- + 2H^+ + \tfrac{1}{2}\, O_2$$

Sonuç olarak; fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında, ışıktan bağımsız reaksiyonlarında kullanılmak üzere ATP ve NADPH üretilir. Yan ürün olarak da suyun fotolizi sonucu oluşan O_2 atmosfere verilir.



Görsel 2.10: Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları

SIRA SİZDE

Tropikal ormanların tabanındaki bitkilerin az gelişmesinin sebebi nedir? Yazınız.

.....

.....

.....

.....

2.2.2. Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar (Kalvin Döngüsü)

Işıktan bağımsız reaksiyonlar, ökaryot canlılarda kloroplastların stromasında gerçekleşir. Bu reaksiyonlar enzimatik tepkimeler olduğu için sıcaklık değişimlerine karşı hassastır. Melvin Calvin (Melvin Kalvin) (Görsel 2.11), 1961'de ışıktan bağımsız reaksiyonlar üzerine yaptığı araştırmaların sonucunu açıklamış ve bu reaksiyonlara **Kalvin Döngüsü** adı verilmiştir. Bu evrede CO_2 kullanılarak başta glikoz olmak üzere tüm organik maddeler üretilebilir. Işıktan bağımsız tepkimeler sırasında ışık, doğrudan gerekli olmasa da ışığa bağlı tepkimelerde açığa çıkan ATP ve NADPH'a ihtiyaç duyulur. O nedenle ışıktan bağımsız tepkimeler de ışığın varlığında gerçekleşmek zorundadır. Enzimlerin kullanıldığı bu tepkimelerde klorofil ve ETS kullanılmaz. Kalvin döngüsü'nün altı kez tekrarlanmasıyla 6C'lu karbonhidrat veya diğer organik bileşikler üretilir.

Görsel 2.11: Melvin Calvin

BİLİYOR MUSUNUZ?

Kloroplast içinde gerçekleşecek tepkimelerde görevli enzimlerin üretim yeri kloroplast stromasında bulunan ribozomlardır. Bu enzimler, hücre sitoplazmasındaki ribozomlarda üretilmez.

Fotosentez reaksiyonları sonucunda üretilen 3C'lu bileşiğin bir kısmı, bir dizi aşamayla glikoza dönüşürken bir kısmı da yağ asidi, gliserol, amino asit, vitamin, nükleotit, hormon vb. organik bileşiklere dönüşür.

Genel olarak fotosentez ürünü olan glikoz bitkide nişastaya dönüştürülerek depo edilir. Bu durumun amacı, bitki hücresinin osmotik basıncını dengelemektir. Eğer glikoz şeklinde kalmış olsa suda çözünen glikozlar osmotik basıncı arttıracağından hücre çok fazla su alacak ve bu da aşırı şişmeye neden olacaktır. Nişasta suda çözünmediğinden osmotik basıncı artırmaz.

Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları ile ışıktan bağımsız reaksiyonlarının arasındaki farklar aşağıdaki tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Fotosentezin Işığa Bağımlı Reaksiyonları ile Işıktan Bağımsız Reaksiyonlarının Karşılaştırılması

Işığa Bağımlı Reaksiyonlar	Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar
Tilakoit zarda gerçekleşir.	Kloroplastın stromasında gerçekleşir.
Işık, klorofil, ETS görev yapar.	Işık, klorofil, ETS görev yapmaz.
NADP, ADP, P_i, H_2O kullanılır.	CO_2, ATP, NADPH kullanılır.
ATP, NADPH, O_2 üretilir.	Glikoz ve diğer organik bileşikler üretilir.
Suyun fotolizi gerçekleşir.	Fotoliz gerçekleşmez.
Fotofosforilasyon ile ATP üretilir.	Işığa bağımlı reaksiyonlarda üretilen ATP harcanır.

ARAŞTIRINIZ

Resim, video, animasyon vb. görsel materyaller kullanarak fotosentez sürecini ve fotosentezin canlılar için önemini anlatan bir sunu hazırlayınız. Hazırladığınız çalışmayı sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.

SIRA SİZDE

Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları için gerekli tüm koşulların sağlandığı kapalı bir deney ortamı hazırlanmıştır. Bu ortama KOH (Potasyum hidroksit) çözeltisi konmuştur. Süreç içinde bitkinin öldüğü gözlemlenmiştir. Bitkinin ölme nedeni nedir (KOH çözeltisi karbondioksit tutucusudur.)?

.....

.....

.....

.....

.....

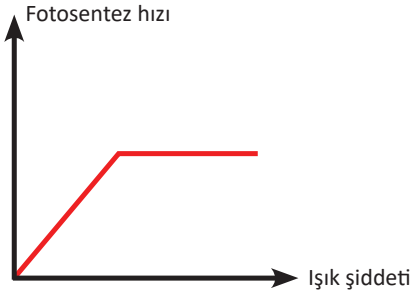
.....

2.3. Fotosentez Hızını Etkileyen Faktörler

Fotosentez hızını; ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, sıcaklık, klorofil miktarı ve CO_2 yoğunluğu gibi faktörler belirler. Bu faktörlerden birinin yetersiz olması fotosentezin yavaşlamasına ya da durmasına neden olur. Fotosentez hızını, miktarı en düşük olan faktörün belirlemesine **minimum kuralı** denir.

a) Işık Şiddeti

Fotosentez, ışık enerjisi olmadan gerçekleşemez. Işık şiddetinin artması fotosentezi hızlandırır. Fotosenteze etki eden diğer faktörler sınırlı olduğundan bir süre sonra ışık şiddetindeki artış fotosentez hızını etkilemez (Grafik 2.1).



Grafik 2.1: Işık şiddetinin fotosentez hızına etkisi

1. ETKİNLİK

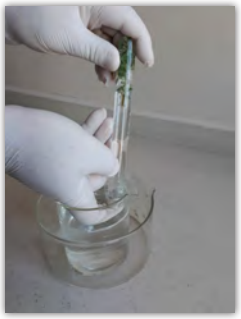
ETKİNLİĞİN ADI : Işık şiddetindeki değişimin fotosentez hızına etkisi
ETKİNLİĞİN AMACI : Işık şiddetindeki değişimin fotosentez hızına etkisini karşılaştırmak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 saat
ARAÇ GEREÇ : *Elodea* (Elodea) veya herhangi bir canlı akvaryum bitkisi, su, deney tüpü, beherglas, ışık kaynağı, cetvel, makas, 400 mL %1 sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) çözeltisi, pens, tutucuları bulunan ayak, saat, eldiven
ÖN BİLGİ : Sodyum bikarbonatın ($NaHCO_3$) iyonlarına ayrışmasıyla oluşan bikarbonat iyonu suyla tepkimeye girer ve karbonik asidi (H_2CO_3) oluşturur. Karbonik asit zayıf asit olduğundan ortama CO_2 verir.

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Deneyin yapılacağı ortam loş ışıklı bir ortam olmalıdır. Bunun için gerekli ortamı hazırlayınız.
2. Beherglasa 400 mL %1 sodyum bikarbonat çözeltisini ekleyiniz.
3. *Elodea* bitkisini deney tüpünün içine dikkatlice yerleştiriniz ve üzerine boşluk kalmayacak şekilde su doldurunuz. Tüpün ağzını parmağınızla kapatınız. Tüpü ters çevirerek beherglas içindeki sıvıya batırınız ve parmağınızı çekiniz (Görsel 2.12, 2.13, 2.14).

Görsel 2.12

4. Hazırladığınız düzeneği, şekildeki gibi tutucuları bulunan ayaklık ile sabitleyiniz. Beherglastaki sıvının seviyesini ölçerek kaydediniz (Görsel 2.15).



Görsel 2.13

Görsel 2.14

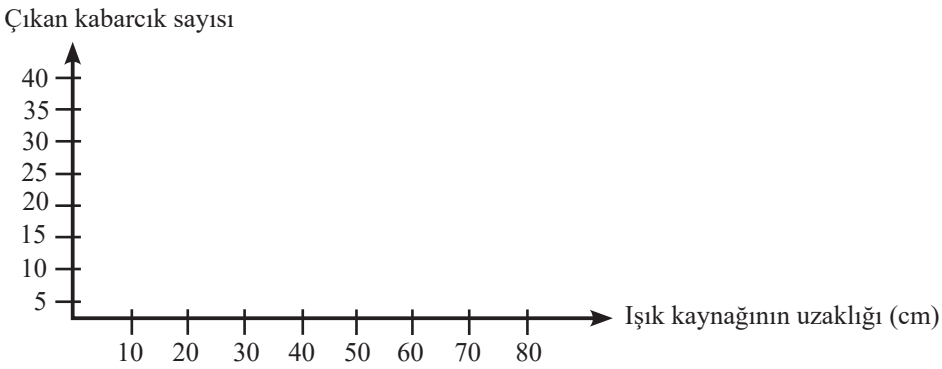
Görsel 2.15

5. Işık kaynağını bitkinin 10 cm uzağına yerleştiriniz.
6. Bitkinin ışık yoğunluğuna alışması için 8-10 dk. bekletiniz.
7. 8-10 dk. bekledikten sonra 3 dk. boyunca bitkiden çıkan oksijen kabarcıklarını sayınız ve kabarcık sayısını not ediniz.
8. Beherglastaki su seviyesini ölçünüz.
9. Işık kaynağını bitkiden 20 cm, 40 cm ve 80 cm uzaklaştırarak 6,7 ve 8. maddelerdeki işlemleri aynen yapınız.
10. Her işlemde bitkinin yeni ışık kaynağına uyum sağlaması için 8-10 dk. bekleyiniz.
11. Elde ettiğiniz sonuçları aşağıdaki tabloya yazınız.

Işık kaynağının bitkiye uzaklığı	3 dakikada çıkan kabarcık sayısı
10 cm	
20 cm	
40 cm	
80 cm	

DEĞERLENDİRME

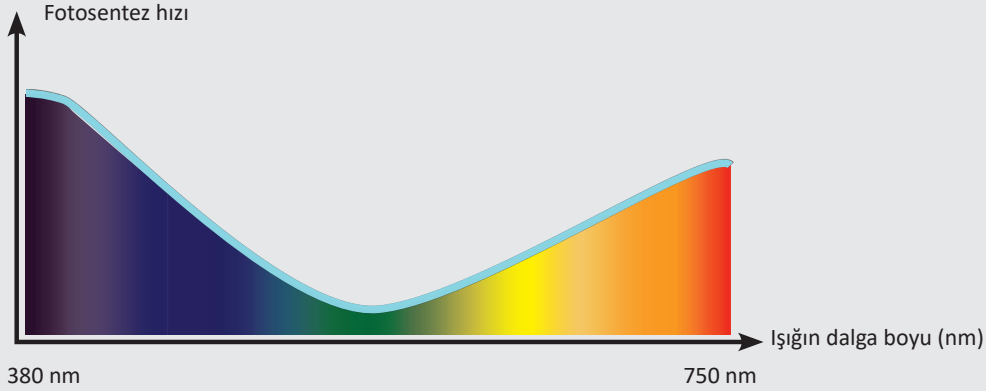
1. Tablodaki verilerden yararlanarak ışık kaynağının bitkiye olan uzaklığı ile çıkan kabarcık sayısı arasındaki ilişkiyi aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



2. Elde ettiğiniz sonuçlara göre ışık kaynağının bitkiye olan uzaklığı ile bitkinin çıkardığı kabarcık sayısı arasında nasıl bir ilişki vardır?
3. Deney tüpündeki sıvı miktarında meydana gelen değişikliğin nedeni nedir?
4. Beherglas içerisindeki çözelti miktarında ne gibi bir değişiklik olmuştur?

b) Işığın Dalga Boyu

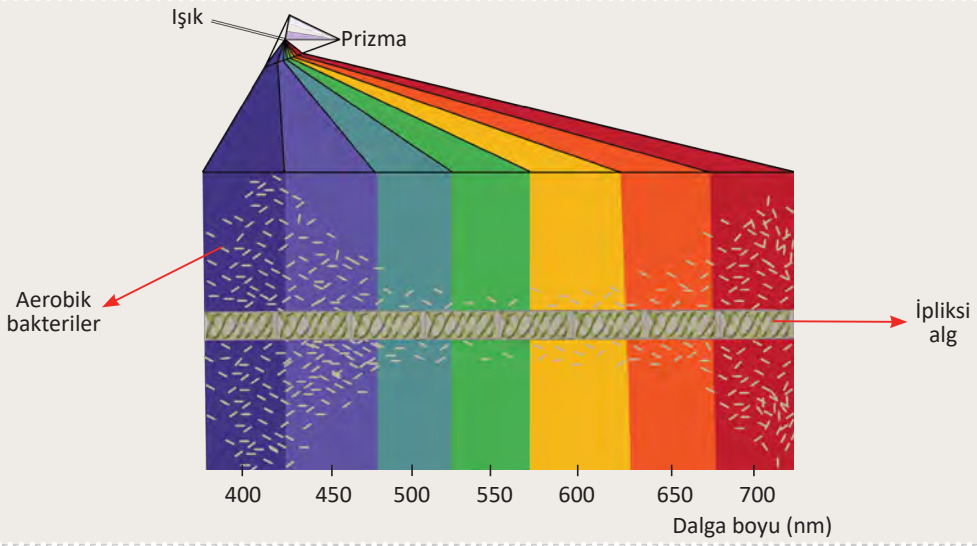
Işığın dalga boyu da fotosentezin hızına etki eden önemli faktörlerden biridir. Fotosentez hızı kırmızı ve mor ışıkta en yüksek değerde iken yeşil ışıkta en düşük değerdedir. Çünkü klorofil molekülü en çok kırmızı ve mor dalga boylarındaki ışığı soğurur. Yeşil ışığın ise çoğunu yansıtır (Grafik 2.2).



Grafik 2.2: Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisi

Işığın dalga boyunun fotosentez hızını nasıl etkilediğini, Alman botanikçi Theodor Wilhelm Engelmann (Görsel 2.16) 1883 yılında gerçekleştirdiği deneyle göstermiştir. Engelmann, bu deneyinde oksijenli solunum yapan bakteriler (aerob) ile ipliksi bir alg kullanmıştır. Engelmann; ışığı prizmadan geçirerek elde ettiği kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor ışıkları ipliksi alg üzerine düşürmüştür. Deney sonucunda mor, mavi ve kırmızı ışıkların alg üzerine düştüğü bölgelerde oksijenli solunum yapan bakterilerin daha fazla toplandığı görülmüştür. Bakterilerin toplanması, fotosentezin bu bölgelerde daha hızlı gerçekleştiğini, dolayısıyla daha fazla oksijen üretildiğini göstermiştir. Yeşil ışığın düştüğü bölge ise bakterilerin en az bulunduğu yerdir. Çünkü algler, yeşil ışığın çok az bölümünü soğurur. Bu nedenle bu bölgede fotosentez hızı daha düşük olur (Görsel 2.17).

Görsel 2.16: Theodor Wilhelm Engelmann



Görsel 2.17: Fotosentez hızının ışığın dalga boyuna bağlı olarak değişimi (Engelmann deneyi)

2. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisi
ETKİNLİĞİN AMACI : Dalga boyu farklı ışıkların (kırmızı, yeşil, mavi) fotosentez üzerindeki etkisini gözlemleyebilmek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 saat
ARAÇ GEREÇ : *Elodea* veya herhangi bir canlı akvaryum bitkisi, su, deney tüpü, beherglas, pens, tutucuları bulunan ayak, saat, 75 W'lık kırmızı-yeşil-mavi lamba, 400 mL %1'lik sodyum bikarbonat çözeltisi

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Deneyin yapılacağı ortam loş ışıklı bir ortam olmalıdır. Bunun için gerekli ortamı hazırlayınız.
2. Beherglasa 400 mL %1'lik sodyum bikarbonat çözeltisini ekleyiniz.
3. *Elodea* bitkisini deney tüpünün içine dikkatlice yerleştiriniz ve üzerine boşluk kalmayacak şekilde su doldurunuz. Tüpün ağzını parmağınızla kapatınız. Tüpü ters çevirerek beherglas içindeki sıvıya batırınız ve parmağınızı çekiniz.
4. Hazırladığınız düzeneği, tutucuları bulunan ayaklık ile sabitleyiniz. Beherglastaki sıvının hacmini ölçerek kaydediniz.
5. Işık kaynağı olarak 75 W'lık kırmızı, yeşil ve mavi lambaların her birini ayrı ayrı hazırlayınız.
6. Işık kaynaklarını hazırladığınız düzenekten 25 cm uzağa yerleştiriniz. Her işlemde bitkinin yeni ışık kaynağına uyum sağlaması için 3 dk. bekleyiniz.
7. İkişer dk. boyunca lambaları sırasıyla deneyiniz, oluşan kabarcık sayılarını aşağıdaki tabloya not ediniz.

	Mavi ışık	Yeşil ışık	Kırmızı ışık
Kabarcık sayısı			

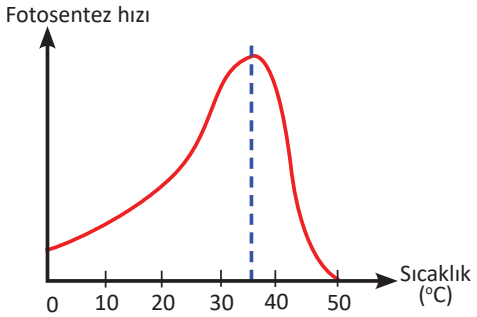
DEĞERLENDİRME

1. Tablodaki verilerden yararlanarak bitkinin farklı ışık renklerine gösterdiği tepki ile kabarcık sayısı arasındaki ilişkiyi aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.

2. Işık rengi ile kabarcık sayısı arasında nasıl bir ilişki vardır?
3. En çok kabarcığı hangi renk ışıkta gözlemlediniz? Nedeni nedir?
4. En az kabarcığı hangi renk ışıkta gözlemlediniz? Nedeni nedir?

c) Sıcaklık

Sıcaklık artışı, fotosentez hızını belli bir değere kadar artırır. Bu değerden sonra ışıktan bağımsız reaksiyonlarda görev yapan enzimlerin yapısı bozulduğundan fotosentez hızı düşer. Sıcaklığın 35 °C'nin üzerine çıkması, genellikle birçok bitkide fotosentez hızının düşmesine neden olur (Grafik 2.3).



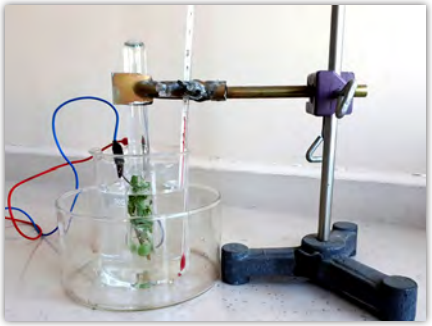
Grafik 2.3: Sıcaklık artışının fotosentez hızına etkisi

3. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Fotosentez hızına sıcaklığın etkisi
ETKİNLİĞİN AMACI : Sıcaklık artışının fotosentez hızına etkisini gözlemlemek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 saat
ARAÇ GEREÇ : *Elodea canadensis* veya herhangi bir canlı akvaryum bitkisi, su, deney tüpü, beherglas, ışık kaynağı, tutucuları bulunan ayaklık, saat, termometre, ısıtıcı, buz, eldiven, 400 mL %1 sodyum bikarbonat çözeltisi

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Deneyin yapılacağı ortam loş ışıklı bir ortam olmalıdır. Bunun için gerekli ortamı hazırlayınız.
2. Beherglasa 400 mL %1'lik sodyum bikarbonat çözeltisini ekleyiniz.
3. *Elodea* bitkisini deney tüpünün içine dikkatlice yerleştiriniz ve üzerine boşluk kalmayacak şekilde su doldurunuz. Tüpün ağzını parmağınızla kapatınız. Tüpü ters çevirerek beherglas içindeki sıvıya batırınız ve parmağınızı çekiniz.
4. Beherglas içindeki sıvıya termometre ve ısıtıcı yerleştiriniz. Hazırladığınız düzeneği, şekildeki gibi tutucuları bulunan ayaklık ile sabitleyiniz. Beherglastaki sıvının hacmini ölçerek kaydediniz (Görsel 2.18).



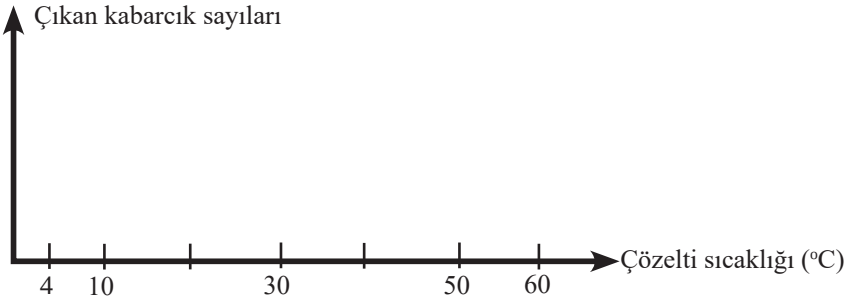
Görsel 2.18

5. Işık kaynağını, bitkinin 10 cm uzağına yerleştiriniz ve açınız.
6. Beherglas içindeki çözeltinin sıcaklığını, buz kullanarak 4 °C'ye ayarlayınız.
7. Daha sonra beherglas içindeki çözeltinin sıcaklığını, ısıtıcı kullanarak sırasıyla 10 °C, 30 °C, 50 °C ve 60 °C'ye yükseltiniz.
6. Her sıcaklıkta 5-10 dk. bekleyiniz. 5-10 dk. bekledikten sonra 2 dk. boyunca çıkan oksijen kabarcıklarının sayısını aşağıdaki tabloya not ediniz.

Beherglas içindeki çözeltinin sıcaklığı	2 dakikada çıkan kabarcık sayısı
4 °C	
10 °C	
30 °C	
50 °C	
60 °C	

DEĞERLENDİRME

1. Tablodaki verilerden yararlanarak sıcaklık artışı ile çıkan kabarcık sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik çiziniz.



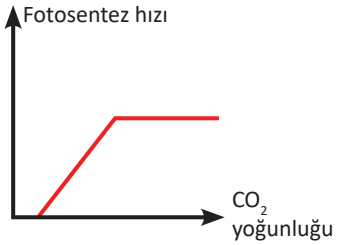
2. Fotosentez hızı, hangi sıcaklıkta en yüksek değere ulaşmıştır?
3. Çözeltinin sıcaklığı 60 °C olduğunda oksijen çıkışını, diğer sıcaklık değerleri ile karşılaştırınız. Farklılığın nedeni nedir? Açıklayınız.

ç) Klorofil miktarı

Fotosentez yapan bütün canlılarda klorofil pigmenti bulunur. **Klorofil**, ışığı soğuran (emen, absorbe eden) moleküldür. Bitkide klorofil miktarının fazla olması fotosentez hızını artırır.

d) Karbondioksit yoğunluğu

CO_2, fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinin başlaması için gereklidir. CO_2 yoğunluğu arttığında fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar. Sonra da sabit kalır. Havadaki CO_2 yoğunluğu belirli bir sınırın altına düşerse bitki CO_2 bağlayamaz ve fotosentez durur (Grafik 2.4).



Grafik 2.4: CO_2 yoğunluğunun fotosentez hızına etkisi

Karbondioksit yoğunluğu ve ışık şiddeti beraber düşünüldüğü zaman fotosentez hızında değişiklikler görülür. Karbondioksit yoğunluğu yeterli ise fotosentez hızı ışık şiddetine göre değişir.

Eğer bitkinin fotosentez yaptığı ortama kireç suyu, KOH veya $Ba(OH)_2$ (Baryum hidroksit) maddeleri konulursa fotosentez olumsuz etkilenir. Çünkü bu moleküller karbondioksit tutucudurlar; ortamdaki karbondioksiti tutarak canlının fotosentez yapmasını engeller ve fotosentez hızını düşürür.

4. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Fotosentez hızına karbondioksidin etkisi
ETKİNLİĞİN AMACI : Bilimsel yöntem basamaklarını kullanarak fotosentez hızına karbondioksidin etkisini belirlemek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 4 saat
ARAÇ GEREÇ : *Elodea* veya herhangi bir canlı akvaryum bitkisi, su, 2 adet 400 mL beherglas, 2 adet özdeş ışık kaynağı, 80 mL sıvı yağ, saat

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

A) Verilerin toplanması ve problemin belirlenmesi

Karşılaşılan bir sorun üzerine toplanan veriler sonucunda, fotosentez hızına karbondioksidin etkisinin belirlenmesi ihtiyacı doğmuştur.

Problem: Karbondioksidin fotosentez hızına etkisi nasıldır?

B) Hipotez kurma

Hipotez: Karbondioksidin ortamda bulunmaması fotosentez hızını durdurur.

C) Hipotezi destekleyecek ve çözüme ulaştıracak tahminlerde bulunulur.

1. tahmin: Eğer ortamda karbondioksit bulunmaz ise bitki fotosentez yapmayı durdurur.

2. tahmin: Eğer ortama ihtiyaç duyulan karbondioksit verilir ise bitki fotosentez yapmaya devam eder.

Ç) Kontrollü deney yapma

1. Beherglaslara eşit miktarda musluk suyu doldurunuz.
2. *Elodea* bitkilerini eşit miktarda su dolu beherglasların içerisine yerleştiriniz.
3. Beherglasları ışık kaynaklarının altına yerleştiriniz.
4. Bitkilerin ışık yoğunluğuna alışması için 8-10 dakika bekleyiniz.
5. İki beherglasta da kabarcık çıkışı olup olmadığını gözlemleyiniz.
6. 80 ml'lik sıvı yağımızı beherglaslardan birinin içerisine dökünüz.
7. Bir arkadaşınız yardımıyla sıvı yağın bulunduğu ve sadece musluk suyunun bulunduğu beherglaslardan çıkan oksijen kabarcıklarını 3 dakika boyunca sayınız ve not ediniz.
8. Elde ettiğiniz sonuçları aşağıdaki tabloya yazınız.

Sıvı yağ bulunan beherglastan çıkan kabarcık sayısı	Kontrol grubu olan beherglastan çıkan kabarcık sayısı

D) Deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Yaptığınız kontrollü deneyde elde ettiğiniz sonuçlar kurulan hipotezi destekliyorsa sonuçlarınızı raporlayınız. Deney sonuçları hipotezi desteklemiyorsa, hipotezi değiştirilerek deneyi yeniden tekrarlayınız.

NOT: Sizler de bilimsel çalışma basamaklarını kullanarak fotosentezin hızına etki eden ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, sıcaklık vb. faktörlerle ilgili deneyler yapabilirsiniz.

DEĞERLENDİRME

1. Elde ettiğiniz sonuçlara göre çıkan kabarcık sayısı hangi beherglasta fazladır?
2. Deneyde sıvı yağ kullanmamızın nedeni nedir? Bu nedenin nasıl bir etkisi olmuştur?

Tarımsal Ürün Miktarını Artırmada Yapay Işıklandırma Uygulamaları

Işık, insan ve diğer canlıların hayatında her zaman çok önemli bir yer tutmuştur. En büyük ışık kaynağı olan güneşin battığı ya da ışınlarının daha az geldiği zamanlarda yapay aydınlatma gündeme gelmiştir. Bu amaçla teknolojiler geliştirilmiştir. LED tipi aydınlatma araçları da bu amaca yönelik yapılan çalışmaların bir ürünüdür.

Kış aylarında ışık seviyesinin yetersiz olması, bitkilerin büyümesini ve gelişimini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle bitkinin büyümesi ve gelişimi açısından yapay aydınlatma sistemleri, seraların önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. Sera içerisindeki ışık seviyesini; güneş ışığının gelme açısı, gün uzunluğu, güneşlenme süresi, bulutluluk, yapısal gölgelenme, bitki yoğunluğu, örtü malzemesi ve kirlilik gibi birçok faktör düşürmektedir. Ortalama güneşlenme süresi 4,5 saatten az olan bölgelerde yapay aydınlatma uygulaması iyi sonuçlar verir.

Bitkisel üretimde yapay ışık kaynaklarının kullanımı, güneş ışığına destek amaçlıdır. Bitkide güneş ışığına tepki vermesini tetiklemek amacıyla kullanılmaktadır. Tamamen yapay aydınlatmaya dayalı uygulamalar bitki yetiştirme kabinleri veya dolaplarında kullanılmaktadır. Bu ortamlar ışıkla birlikte diğer tüm çevresel etmenlerin de kontrol altında tutulduğu, özel amaçlı tohum ya da bitki üretiminin yapıldığı yerlerdir.

ARAŞTIRINIZ

Tarımda ürün miktarını artırmak için yapay ışığın kullanılmasının etkilerini, ülkemizdeki ve dünyadaki uygulama alanlarını araştırınız. Bilgilerinizi sınıfta paylaşınız.

Okuma Parçası

AKARYAKIT ÜRETEN BİYONİK YAPRAK

Bitkiler, fotosentez yaparak güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürür. Laboratuvar ortamında güneş ışığının kullanılmasıyla hidrokarbonların (karbondan ve hidrojenden oluşan bileşiklerin) sentezlenmesine yapay fotosentez denir. Günümüzde pek çok araştırma grubu, verimli bir şekilde yapay fotosentez yapabilmek için bilimsel çalışmalar yapıyor. Bu konuyla ilgili önemli bir makale, yakın zamanlarda Science'ta (Sayns) yayımlandı. Harvard Üniversitesi'nde çalışan Dr. C. Liu (Liu) ve arkadaşları, Prof. P. A. Silver (Silvır) ve Prof. D. G. Nocera (Nosera) önderliğinde yaptıkları çalışmalar sonucunda güneş ışığını kullanarak akaryakıt üreten bir sistem geliştirdiler. Araştırmacılar tarafından geliştirilen ve biyonik yaprak 2,0 olarak adlandırılan sistemde güneş ışığının kullanılmasıyla su molekülleri ayrıştırılıyor ve elde edilen hidrojen, bakteriler tarafından akaryakıta dönüştürülüyor. Sistemin verimliliği %10 civarında ve bu değer, hızlı büyüyen bitkilerin fotosentez verimliliğinin yaklaşık on katı. Gelecekte verimliliği daha da artırmak mümkün olabilir. Ancak şu an bile sistemin verimliliği ticari uygulamalar için yeterli.

Mahir E. Ocak

Bilim ve Teknik Ağustos 2016 04_11_haberler_agustos_2016.indd7
http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/pdf/agustos-2016
(Düzenlenmiştir.)

3. BÖLÜM
KEMOSENTEZ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; kemosentez olayını öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

kemosentez, oksidasyon

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Demir neden paslanır?
2. Metallerin oksijenle tepkimeye girmesiyle oluşan ekzotermik olayda açığa çıkan enerji canlılar tarafından kullanılabilir mi? Açıklayınız.
3. Bazı şehirlerde atık yağların toplanmasının amacı ne olabilir?

3. KEMOSENTEZ

Canlılar metabolik olaylarını gerçekleştirebilmek amacıyla enerji üretir. Fotosentezde enerji kaynağı olarak ışık, kemosentezde ise enerji kaynağı olarak inorganik maddelerin oksidasyonu sonucunda açığa çıkan kimyasal enerji kullanılır. Açığa çıkan bu enerji ile CO_2 özümlemesi yapılarak besin elde edilir. Bu olaya **kemosentez** denir. Kemosentez olayı sadece prokaryotların bir kısmında görülür. Bazı bakteriler ve bazı arkeler kemosentez yapabilmektedir. Metan, hidrojen, demir, kükürt, nitrit ve nitrat bakterileri kemosentetik canlılardır. İnorganik maddeler oksijen ile tepkime vererek başka inorganik maddelere dönüşür. Bu olaya **oksidasyon** denir (Görsel 2.19). Oksidasyon sonucu bir miktar enerji açığa çıkar.

Görsel 2.19: Demirin oksitlenmesi

İnorganik kimyasal madde + O_2 ⟶ başka bir inorganik madde + **enerji**

Kemosentez yapan canlılar bu enerjiyi sitoplazmalarında enzimatik tepkimelerle su ve karbondioksitten besin elde etmede kullanır.

$CO_2 + H_2O +$ **enerji** ⟶ besin + O_2

Su ve karbondioksit; ışıktan elde edilen enerji kullanılarak fotosentezde glikoza çevrilir. Kemosentezde ise su ve karbondioksit yine ham madde olarak kullanılır ancak gerekli olan enerji kimyasal tepkimelerden elde edilir. Birçok kemosentetik canlı, fotosentezdeki ışıktan bağımsız tepkimeler ile aynı tepkimeleri gerçekleştirir.

Fotosentezde açığa çıkan oksijen atmosfere verilirken kemosentezde açığa çıkan oksijen atmosfere verilmez. Aynı canlıda, kendisi için gerekli olan tepkimelerde kullanılır. Dolayısıyla kemosentez olayı atmosfer için oksijen kaynağı değildir. Fotosentezin son aşamasından elde edilen ürün; glikoz, amino asit, vitamin vb. organik maddelerin üretilmesinde kullanılır. Aynı olay kemosentez için de geçerlidir.

Kemosentetik canlıların madde döngülerinde önemli rolleri bulunur. Örneğin nitrit ve nitrat bakterileri azot döngüsünün gerçekleşmesini sağlar. Çürükçüllerden gelen amonyak, nitrit bakterileri ile nitrite, nitrit ise nitrat bakterileri ile nitrata çevrilir. Asıl amacı besin üretmek olan bu bakteriler, azotun bitkiler tarafından kullanılabilir hâle (nitrat) gelmesini de sağlamış olur.

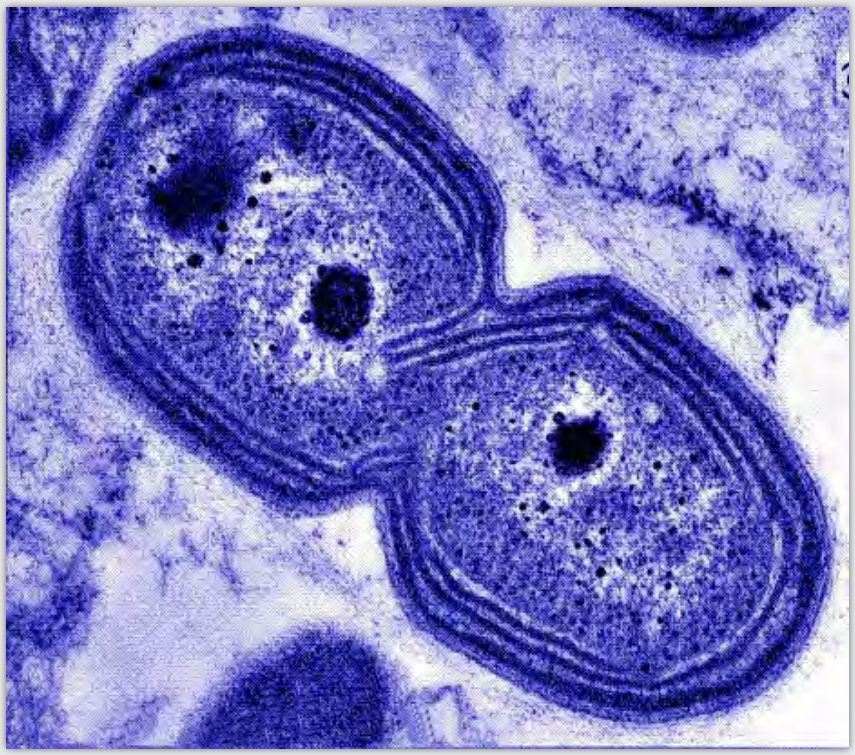
$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{Nitrit bakterisi}} 2HNO_2 + 2\,H_2O +$ enerji

$6\,CO_2 + 6\,H_2O +$ enerji ⟶ $C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$

$2HNO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{Nitrat bakterisi}} 2\,HNO_3 +$ enerji

$6\,CO_2 + 6\,H_2O +$ enerji ⟶ $C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$

Nitrit ve nitrat bakterilerinin (Görsel 2.20) gerçekleştirdiği bu olaylara **nitrifikasyon (azot bağlama olayı)** denir. Metan, kükürt, demir ve hidrojen bakterileri, nitrit ve nitrat bakterilerinde olduğu gibi kendilerine besin üretirken doğaya diğer canlıların kullanabileceği maddeleri verir. Kemosentetik canlılar madde döngülerini sağlayarak çevre kirliliğini önlemede ve biyolojik dengenin korunmasında etkili olur.



Görsel 2.20: Bölünme anında nitrit bakterisinin elektron mikroskop görüntüsü ($x10^6$)

Fotosentez ve kemosentezin ortak ve farklı yönleri vardır (Tablo 2.2, Tablo 2.3).

Tablo 2.2: Fotosentez ile Kemosentez Olayının Ortak Yönleri

Ortak Yönleri
İnorganik maddeden organik madde üretilir.
Karbon kaynağı olarak CO_2 kullanılır.
Oksijen üretilir.
ATP sentezlenir.
Enzimatik tepkimelerdir.
ETS görev yapar.
Oksijensiz ortamda gerçekleşebilir.

Tablo 2.3: Fotosentez ile Kemosentez Olayının Farklı Yönleri

Fotosentez	Kemosentez
Klorofil bulunmalıdır.	Klorofile gerek yoktur.
Prokaryot ve ökaryotlarda görülür.	Prokaryotların bazılarında görülür.
Işık enerjisi kullanılır.	Kimyasal enerji kullanılır.
Hidrojen kaynağı H_2S, H_2O, H_2'dir.	Hidrojen kaynağı H_2O'dur.
Gündüz gerçekleşir.	Hem gündüz hem gece gerçekleşir.
Atmosfere O_2 verilebilir.	Atmosfere O_2 verilmez.

3.1. Kemosentetik Canlıların Endüstride Kullanılması

Çöplerin ayrıştırılması, biyoyakıt ve biyogaz üretilmesi kemosentez ile yapılır. Metanojenlerin ürettiği metandan arıtma sistemlerinde ve sanayide enerji kaynağı olarak yararlanılır. Metan gazının sıvılaştırılmasıyla elde edilen yakıt, seraların ısıtılmasında kullanılır. Biyogaz üretimi sırasında oluşan amonyak ve fosfatlı bileşikler gübre ve hayvan yemi olarak kullanılır. Madenlerden çıkarılan düşük kaliteli metal cevherlerinin işlenebilir hâle getirilmesinde, metal bulaşmış suların arıtılmasında ve endüstriyel metal atıklarının doğaya daha az zararlı hâle getirilmesinde kemosentetik canlılar kullanılır.

SIRA SİZDE

Dünya üzerinde bilinen en derin nokta, Büyük Okyanus'ta bulunan ve Everest'i bile yutabilecek kadar büyük olan Mariana (Mariyana) Çukuru'dur. Burada yaşayan canlılar zor şartlara öylesine adapte olmuşlardır ki Mariana Çukuru'na ait özel ekosistem oluşmuştur. Her ekosistemde üreticiler olması gerektiğine göre derin deniz ekosistemlerinde besin üretimi nasıl yapılmaktadır?

.....

.....

.....

.....

.....

ARAŞTIRINIZ

Şehirlerde bulunan atık toplama alanlarında kendiliğinden oluşan patlamaların ve yangınların sebebi ne olabilir?

4. BÖLÜM
HÜCRESEL SOLUNUM

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; hücresel solunum, fotosentez ve solunum ilişkisini öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

fermantasyon, glikoliz, mitokondri, oksijenli solunum, hücresel solunum, krebs döngüsü, oksijensiz solunum

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Oksijen bulunmayan ortamda bazı canlıların yaşayabilmesi hakkında neler düşünüyorsunuz? Düşüncelerinizi paylaşınız.
2. Yoğurt yediğinizde uykunuzun gelmesinin sebebi ne olabilir? Açıklayınız.
3. Yüksek bir dağa çıktığınızda solunum hızınız neden değişir? Açıklayınız.

4. HÜCRESEL SOLUNUM

Solunum, canlıların ortak özelliklerindendir. Nefes alıp vermek ile hücresel solunum birbirinden farklıdır. Oksijenin vücudumuza girmesi, nefes alma yoluyla olur. Nefes verirken hücresel solunumda oluşan karbondioksit, canlının vücudundan dışarı atılır. Hücresel solunumda ise hücre içinde bir dizi kimyasal reaksiyonla enerji elde edilir.

4.1. Hücresel Solunum

Hücrede metabolik faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için ihtiyaç duyulan enerji, besinlerle alınan organik maddelerin hücre içinde solunum olayı ile parçalanmasıyla oluşur. Organik maddeler, hücre içinde parçalandığında ATP enerjisi elde edilir. Oluşan bu ATP enerjisi de hücrelerde gerçekleşen metabolik olaylarda kullanılır. Canlının yaşamını devam ettirebilmesi için organik maddeleri parçalayarak enerji elde etmesi olayına **hücresel solunum** denir. Hücresel solunum olayı gerçekleşmeseydi canlıların kullanabileceği enerji olan ATP sentezlenemezdi. Bu sebeple bütün canlılarda hücresel solunum olayı görülür. Bazı canlılarda oksijenli solunum, bazılarında ise oksijensiz solunum veya fermantasyon görülür.

Oksijenli solunum (aerobik solunum); oksijenin varlığında organik maddenin karbondioksit ve su moleküllerine kadar parçalanmasıyla ATP elde edilmesi olayıdır. **Oksijensiz solunum** ise oksijenin yokluğunda organik maddenin küçük moleküllere parçalanmasıyla ATP elde edilmesi olayıdır.

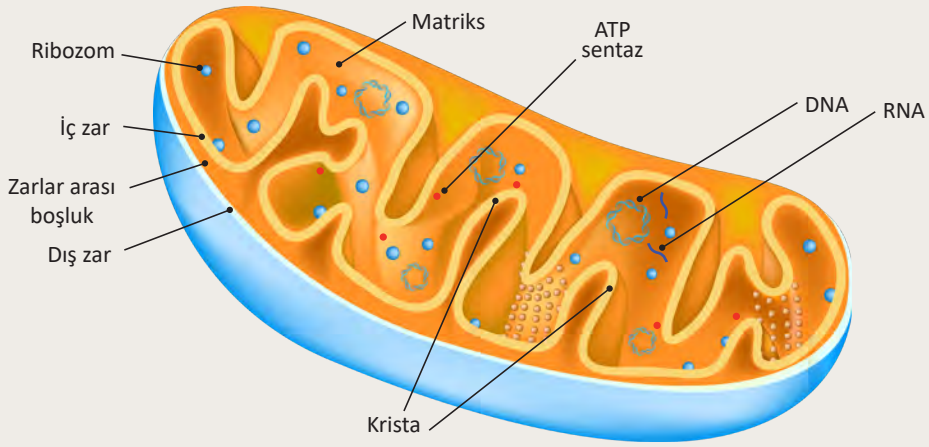
4.1.1. Oksijenli Solunum

Hücresel solunumda organik besinlerin oksijen varlığında karbondioksit ve suya kadar parçalanmasına **oksijenli solunum** denir. Oksijenli solunumda üretilen ATP, canlılık faaliyetlerinde kullanılır. Oksijenli solunum, bazı bakterilerde ve mitokondri organeline sahip tüm ökaryot canlılarda gerçekleşir. Oksijenli solunum prokaryotlarda sitoplazmada, hücre zarına yakın zar kıvrımlarında gerçekleşir. Ökaryotlarda ise sitoplazmada başlayıp mitokondride devam eder ve tamamlanır.

Mitokondrinin Yapısı

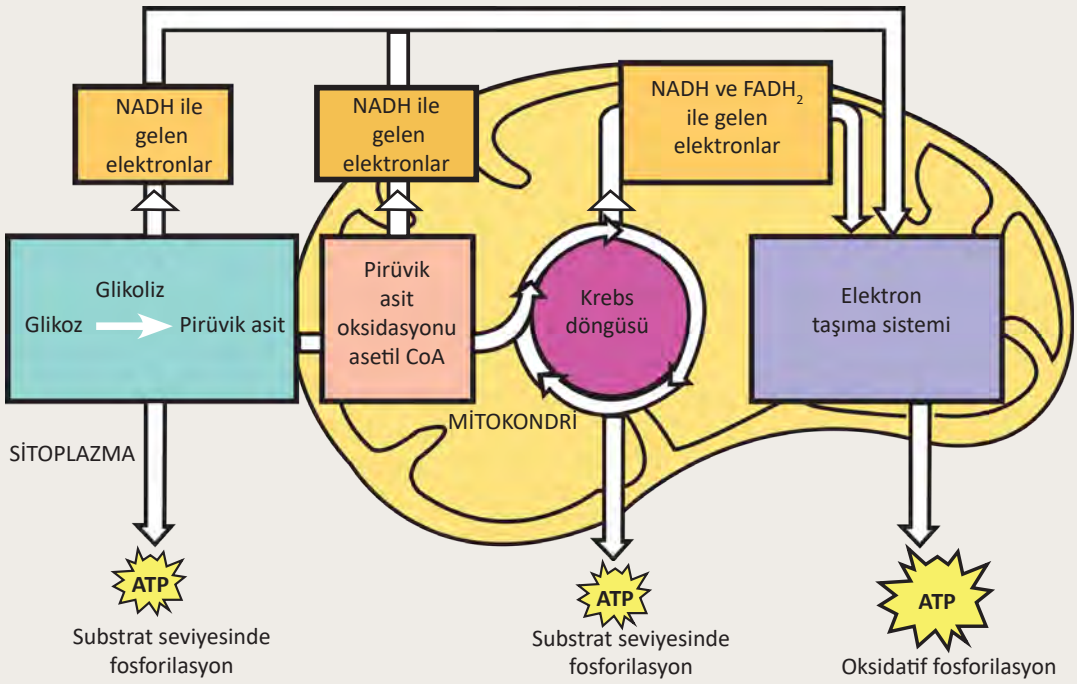
Mitokondri, çift katlı zar sistemine sahip bir organeldir. Dış zar düz, iç zar kıvrımlı yapıya sahiptir. **Krista** denilen bu kıvrımlar, iç zarın yüzey alanını genişletir ve solunumdaki enerji verimini artırır. İç ve dış zarlar arasında kalan bölgeye **zarlar arası boşluk**, iç zarın çevrelediği sıvı ortama da **matriks** denir. Matrikste solunumda görevli olan enzimler, ribozomlar, RNA, organik maddeler, inorganik maddeler ve mitokondri DNA'sı bulunur. ATP sentezlenmesini sağlayan ATP sentaz enzimi ve ETS elemanları ise iç zarın kıvrımlarında yer alır (Görsel 2.21).

Mitokondriler çekirdek kontrolünde kendini eşeleyebilir. Enerjiye ihtiyaç duyulan durumlarda mitokondri sayısı artar. Mitokondrilerin hücredeki sayısı, metabolik aktiviteye göre değişir. Örneğin kas hücreleri diğer hücrelere göre daha fazla mitokondri içerir.



Görsel 2.21: Mitokondrinin yapısı

Oksijenli solunum; glikoliz, Krebs döngüsü ve ETS aşamalarından oluşur (Görsel 2.22).

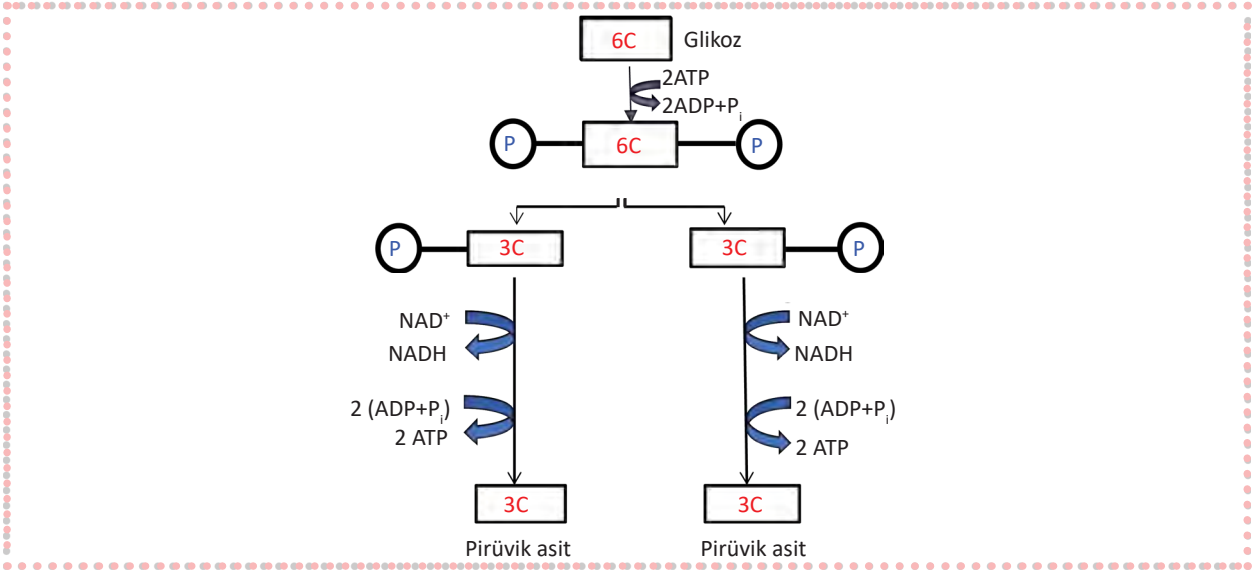


Görsel 2.22: Oksijenli solunum: Glikoliz, Krebs döngüsü ve ETS

4.1.1.1. Glikoliz

Bir glikoz molekülünün sitoplazma içinde enzimler kullanılarak iki molekül pirüvik aside (pirüvat) kadar parçalanması olayına **glikoliz** denir (Görsel 2.23). Hücresel solunum glikoliz ile başlar. Glikoliz olayını kontrol eden enzimler, tüm canlılarda ortaktır.

Glikoliz reaksiyonlarının başlayabilmesi için glikoz molekülünün aktifleştirilmesi gerekir. Bunun için 2 molekül ATP harcanır. Bir glikoz molekülünün glikoliz yoluyla parçalanması sırasında substrat düzeyinde fosforilasyon ile 4 ATP sentezi gerçekleşir. Ancak 2 ATP glikozun aktifleştirilmesi için harcandığından net kazanç 2 ATP'dir. Bu sırada NAD koenzimi, organik molekülden hidrojen atomlarını alarak (indirgenerek) NADH oluşturur. İki molekül 3C'lu pirüvik asit meydana gelir.



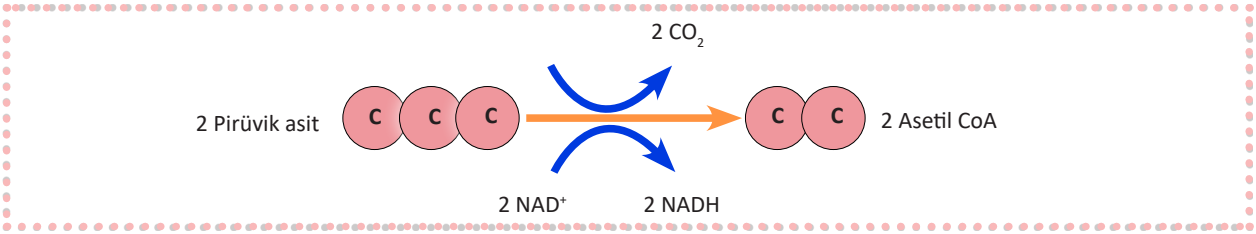
Görsel 2.23: Glikoliz evresi

Sonuç olarak glikolizde 1 glikoz molekülünden 2 pirüvik asit, 4 ATP, 2 NADH elde edilir. 2 ATP başlangıçta harcandığından net kazanç 2 ATP'dir.

4.1.1.2. Krebs Döngüsü

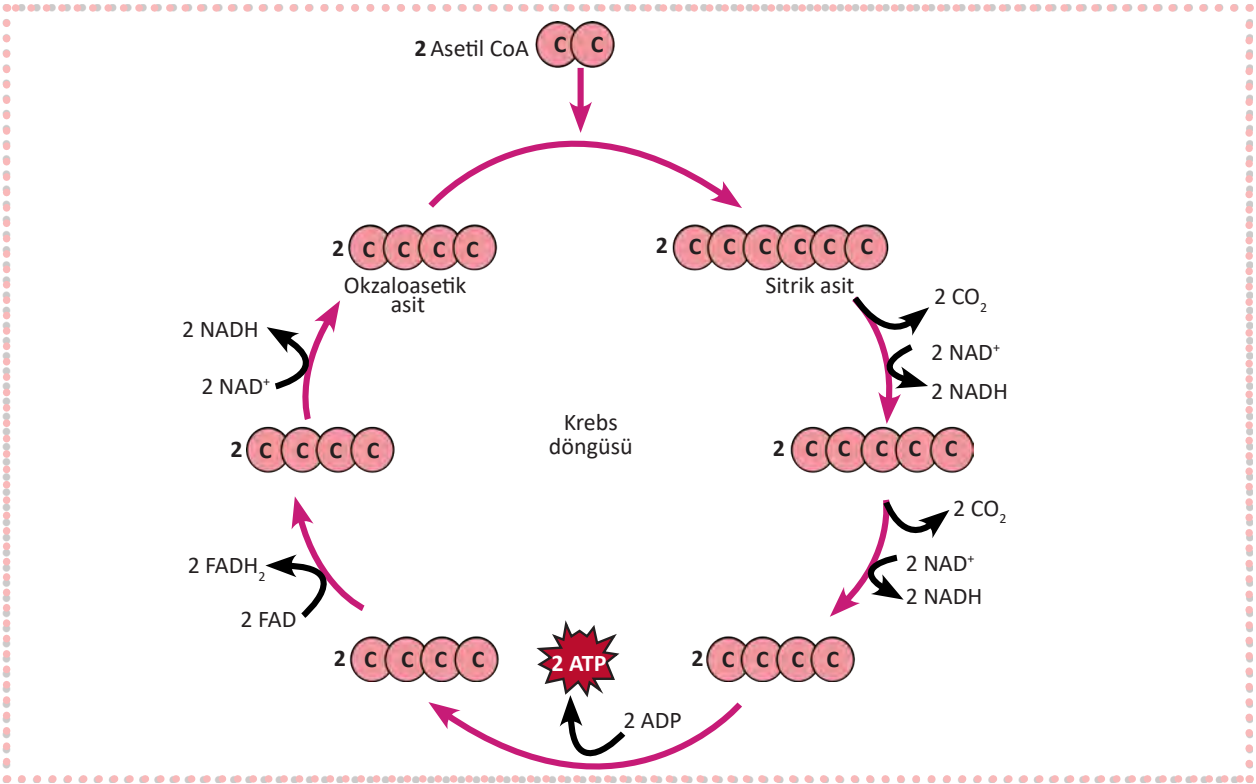
Krebs döngüsü, ilk defa İngiliz bilim insanı Hans Krebs (Hans Kırebs) tarafından gözlendiğinden bu reaksiyonlara **Krebs döngüsü** denir. Mitokondrilerin matriksinde gerçekleşir.

Ökaryot hücrelerde glikoliz sonucunda oluşan pirüvik asit ve NADH eğer ortamda oksijen varsa mitokondriye geçer. Mitokondriye giren pirüvik asit, enzimler yardımıyla asetil CoA molekülüne dönüştürülür. Bu aşamada CO_2 açığa çıkar (Görsel 2.24).



Görsel 2.24: Pirüvik asidin asetil CoA'ya dönüşümü

Krebs döngüsü, 2 karbonlu asetil CoA ile 4 karbonlu okzaloasetik asidin tepkimeye girmesi sonucunda oluşan 6 karbonlu "sitrik asit oluşumu" ile başlar. Daha sonra devam eden tepkimelerin sonucunda sitrik asitten tekrar okzaloasetik asit oluşur (Görsel 2.25).

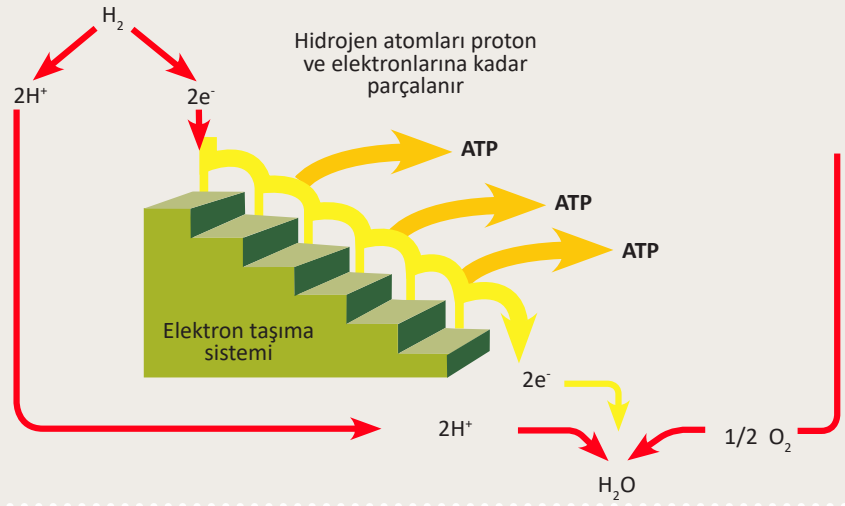


Görsel 2.25: Krebs döngüsü

Bir glikoz molekülünün parçalandığı iki Krebs döngüsünde 2 ATP molekülü, substrat düzeyinde fosforilasyonla sentezlenir. Elektronların NAD^+ ve FAD koenzimlerine iletilmesiyle 6 NADH ve 2 $FADH_2$ molekülleri elektron taşıma sistemine (ETS) aktarılır. Bu aşamada açığa çıkan toplam dört molekül CO_2 atmosfere verilir.

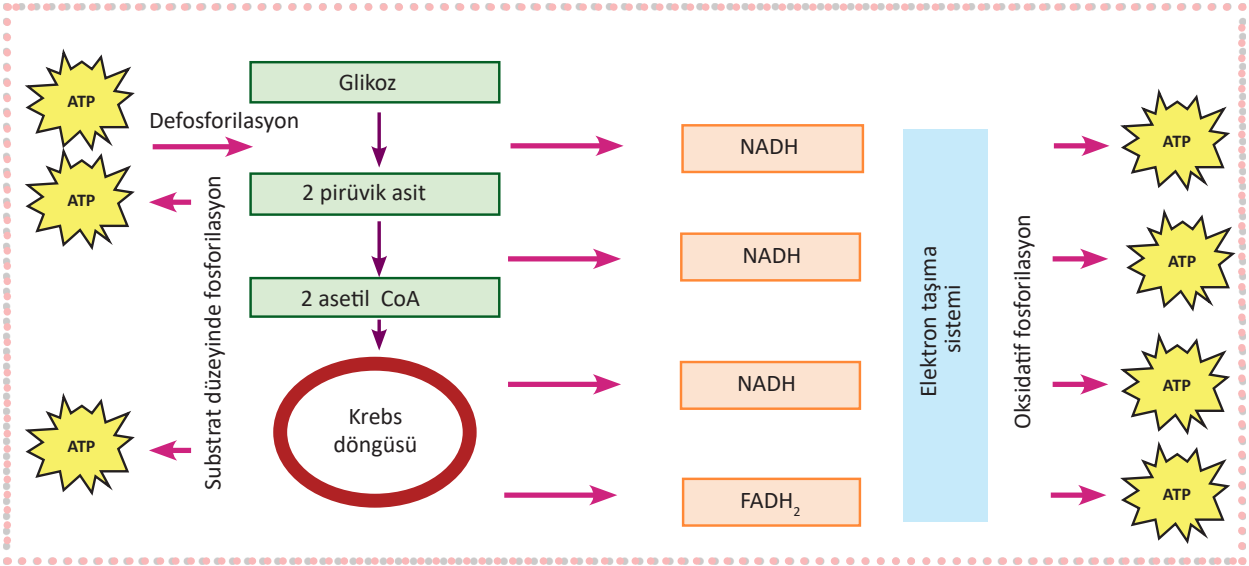
4.1.1.3. Elektron Taşıma Sistemi (ETS)

Hücresel solunumun son aşaması elektron taşınmasıdır. NADH ve $FADH_2$ tarafından alınan elektronların bir molekülden diğerine aktarılarak taşındığı indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarına **elektron taşıma sistemi (ETS)** denir. ETS, oksijenli solunumda en fazla enerji elde edilen aşamadır (Görsel 2.26). Elektron taşıma sisteminin elektron taşıyıcı molekülleri ve ATP sentaz enzimi, ökaryot hücrelerde mitokondrinin kıvrımlı iç zarında (krista); prokaryot hücrelerde ise hücre zarında bulunur.



Görsel 2.26: ETS ile ATP'nin elde edilmesi

Oksijenli solunum basamaklarında üretilen NADH ve $FADH_2$ molekülleri, yüksek enerjili elektronlarını elektron taşıma sistemindeki moleküllere aktarır. ETS molekülleri ile elektronlar, oksijene kadar taşınır ve bu sırada oksidatif fosforilasyonla ATP üretilir (Görsel 2.27).



Görsel 2.27: Oksijenli solunum

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O \longrightarrow 6\ CO_2 + 12\ H_2O + \text{yaklaşık } 30\text{-}32\ ATP$$

ATP sayısındaki bu farklılık, sitoplazmada glikolizle oluşturulan NADH moleküllerinin değişik dokularda ETS'ye farklı mekanizmalarla katılmasından kaynaklanır. Örneğin iskelet kası ve beyin hücrelerinde 30, karaciğer, böbrek ve kalp hücrelerinde 32 ATP üretilir. Mitokondride 1 molekül glikozdan 6 molekül CO_2 açığa çıkar. Oluşan 12 molekül H_2O'dan 6 molekülü Krebs döngüsünde kullanılır, kalan 6 molekül ortama verilir.

ARAŞTIRINIZ

Oksijenli solunumun canlılar için önemini araştırınız. Oksijenli solunum sürecini görsel materyaller kullanarak bir sunum hazırlayınız. Sunumunuzu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.1.2. Fermantasyon

Glikozun oksijen kullanılmadan enzimatik tepkimelerle etil alkol veya laktik asit gibi organik moleküllere dönüştürülmesine **fermantasyon** denir. Fermantasyon, hücrelerin sitoplazmasında gerçekleşir. Bazı maya mantarlarında, bazı bakterilerde, omurgalıların çizgili kaslarında ve bazı bitkilerin tohumlarında görülür.

Fransız Kimyager Louis Pasteur (Luis Pastör) (Görsel 2.28), 1857 yılında canlı maya hücrelerini izleyerek fermantasyon olayını keşfetmiştir. Günümüzde sütten yoğurt ve peynir yapılması, hamurun mayalanması, üzüm suyundan sirke elde edilmesi, boza üretilmesi, turşu yapılması vb. olaylar fermantasyon ile gerçekleştirilir. Endüstriyel fermantasyon ise mikroorganizmalar yardımıyla endüstride kullanılacak gliserin, etanol, yağ asidi, laktik asit ve süt ürünlerinin üretilmesini sağlar.

Görsel 2.28: Louis Pasteur

Fermantasyon, tepkime sonucu oluşan son ürüne göre isimlendirilir. Fermantasyon tepkimelerinde kullanılan enzim çeşidi son ürün farklılığına neden olur. Canlılarda gerçekleşen en önemli fermantasyon çeşitleri etil alkol ve laktik asit fermantasyonudur.

ARAŞTIRINIZ

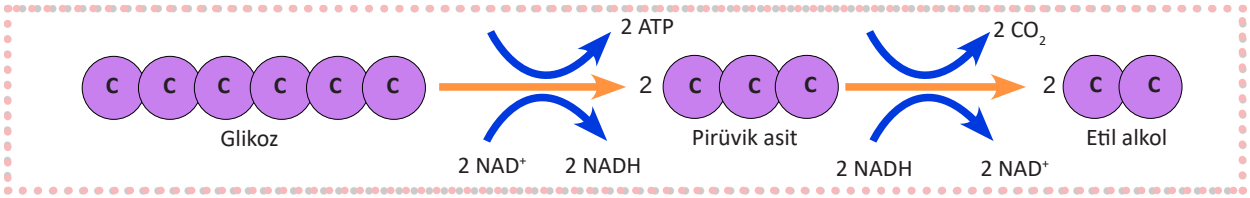
Etil alkol ve laktik asit fermantasyonundan başka fermantasyon çeşitleri var mıdır? Araştırarak bir sunum hazırlayınız.

4.1.2.1. Glikoliz Evresi

Glikoliz fermantasyon olayının ilk evresidir. Sitoplazmada gerçekleşen glikoliz sonucunda glikozdan 2 ATP, 2 NADH ve 2 pirüvik asit (piruvat) elde edilir.

4.1.2.2. Etil Alkol Fermantasyonu

Etil alkol fermantasyonu bazı bakterilerde, maya hücrelerinde ve bazı bitki tohumlarında görülür. Glikolizden başlayarak etil alkol oluşumunu sağlayan kimyasal tepkimeler dizisine **etil alkol fermantasyonu** denir (Görsel 2.29).



Görsel 2.29: Etil alkol fermantasyonu

$$\text{Glikoz} + 2\ ATP \rightarrow 2\ \text{Etil alkol} + 2\ CO_2 + 4\ ATP$$

Glikoz, glikoliz tepkimeleri ile 2 molekül pirüvik asite parçalanır. ATP sentezi, glikoliz sonucunda gerçekleşir. Etil alkol fermantasyonu sonucunda 1 molekül glikozdan 2 molekül etil alkol, 2 molekül CO_2 açığa çıkar.

Hamurun mayalanması, etil alkol fermantasyonuna örnektir (Görsel 2.30). Hamurun kabarması oluşan CO_2 sayesinde gerçekleşir ve ortamdaki gaz basıncı artar.

Görsel 2.30: Mayalanmış hamur

5. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Hamurun mayalanması
ETKİNLİĞİN AMACI : Etil alkol fermantasyonunu gözlemlemek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 saat
ARAÇ GEREÇ : 250 gr un, 100 mL su, 10 gr şeker, 20 gr kuru maya, termometre, geniş plastik kap, beher, örtü

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. 20 gr kuru maya ve 10 gr şekeri 100 mL ılık suyla (38 °C) beher içinde çözünüz. 5 dakika kadar bekletiniz.
2. 250 gr unu geniş bir kaba koyunuz ve ortasına bir çukur açınız. Maya, su ve şekerden oluşan karışımı, çukurun ortasına dökünüz ve kaba yapışmayacak kıvama gelinceye kadar yoğurunuz.
3. Hamurun üzerini bir örtü ile kapatınız. Hamuru, ılık (yaklaşık 30 °C) bir ortamda 30 dk. dinlenmeye bırakınız.
4. Dinlenmeye bıraktığınız hamurda meydana gelen fiziksel değişimi gözlemleyiniz.

DEĞERLENDİRME

1. Mayanın üzerine şeker eklenmesinin sebebi nedir?
2. Hamur dinlendirilirken üzeri neden kapatılır?
3. Hamurun kabarmasının nedenini açıklayınız.

6. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Sirke yapılması
ETKİNLİĞİN AMACI : Günlük hayatta kullanılan sirke vb. ürünlerin fermantasyon ile yapıldığını kavramak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 20 gün
ARAÇ GEREÇ : 3 adet yeşil elma, 1L içme suyu, 1 yemek kaşığı doğal bal, 1L'lik cam kavanoz, tülbent, 1 adet paket lastiği, bıçak, plastik kaşık

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Yıkadığınız elmaların çekirdeklerini çıkarınız, kabuklarını soymadan doğrayınız.
2. Doğradığınız elmaları cam kavanoza koyunuz ve üzerine yaklaşık 1L içme suyu ekleyiniz.
3. İçine balı ekleyip karıştırınız (Görsel 2.31). Kavanozun ağzını tülbent ve paket lastiği ile kapatınız (Görsel 2.32).
4. Kavanozu, karanlık bir yerde bekletiniz ve gün aşırı karıştırınız.
5. Kavanozdaki sıvıyı, yaklaşık 20 gün sonra tülbentten süzerek sirke elde ediniz.

Görsel 2.31

Görsel 2.32

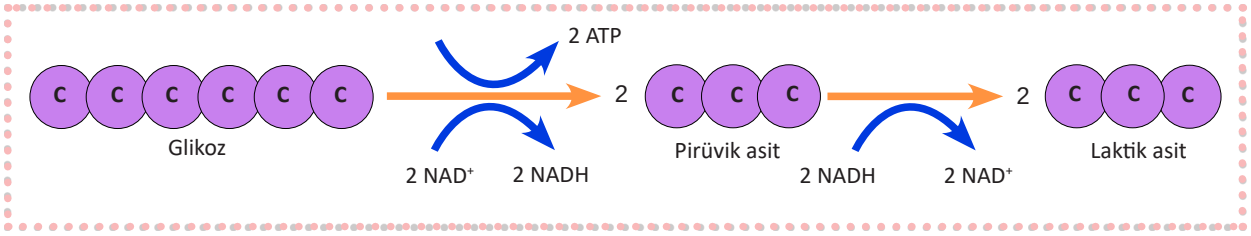
DEĞERLENDİRME

1. Hazırlanan karışıma bal eklenmesinin sebebi nedir? Açıklayınız.
2. Sirke yapımında elmaların kabukları neden soyulmamıştır?
3. Başka hangi besinlerin kullanılmasıyla sirke üretilebilir?

4.1.2.3. Laktik Asit Fermantasyonu

Bazı bakterilerde, bazı mantarlarda, omurgalıların çizgili kaslarında ve memelilerin olgun alyuvar hücrelerinde görülür. Glikoliz sonucu oluşan pirüvik asitin enzimler kullanılarak laktik asite dönüşmesini sağlayan kimyasal tepkimeler dizisine **laktik asit fermantasyonu** denir (Görsel 2.33).

Laktik asit fermantasyonunda glikoz, 2 molekül pirüvik asite kadar parçalanır. Oluşan pirüvik asitler, ortamdaki NADH moleküllerinin hidrojenlerini alarak laktik asit moleküllerine dönüşür. Bu sayede serbest kalan NAD^+ molekülleri, tekrar glikoliz reaksiyonlarına katılabilir. ATP sentezi glikolizde gerçekleşir. Laktik asit fermantasyonunda etil alkol fermantasyonundan farklı olarak karbondioksit (CO_2) meydana gelmez.



Görsel 2.33: Laktik asit fermantasyonu

Laktik asit fermantasyonu sonucunda 1 molekül glikozdan 2 molekül laktik asit oluşur. Glikoliz ile toplam 4 ATP (net 2 ATP) sentezlenir.

Glikoz + 2 ATP → 2 Laktik asit + 4 ATP

Görsel 2.34: Spor yaparken kaslarda laktik asit üretilir.

Laktik asit fermantasyonu, hayvan hücrelerinin bazılarında enerji elde etmek amacıyla kullanılır. Kas aktivitesi yoğun olduğunda ATP üretmek için glikozun yıkım hızı, kandan oksijen elde etme hızını aşar. Bu durumda hücreler oksijenli solunumla birlikte laktik asit fermantasyonu da yapar. Yoğun egzersiz hareketleri yapılması veya maç öncesi yapılan ısınma hareketleri, az miktarda laktik asidin oluşmasını sağlayarak kaslara uyarıcı etki yapar. Böylece kasların daha iyi çalışması sağlanmış olur (Görsel 2.34). Yoğun kas faaliyetleri sonucunda kasta biriken laktik asit; beyni uyararak bireyde yorgunluk, uyku hissi, ağrı ve kaslarda kramplara neden olabilir. Çizgili kaslarda oluşan laktik asidin çoğu, karaciğere taşınarak pirüvik aside çevrilir. Pirüvik asidin bir kısmı, karaciğer hücrelerinde oksijenli solunumda kullanılırken bir kısmı da glikoza dönüştürülerek glikojen sentezlenir.

Bazı bakteriler tarafından gerçekleştirilen laktik asit fermantasyonu; süt endüstrisinde yoğurt (Görsel 2.35) ve peynir (Görsel 2.36) yapımında, boza üretiminde (Görsel 2.37) kullanılır. Yoğurt, sütün özel koşullar altında *Streptococcus thermophilus* (Sitreptokokus termofilus) ve *Lactobacillus bulgaricus'* un (Laktobasillus bulgarikus) fermantasyonuyla elde edilen bir üründür. Yoğurt yendiğinde de uykunun gelmesinin sebebi yoğurtta bulunan laktik asittir.

Görsel 2.35: Yoğurt

Görsel 2.36: Peynir

Görsel 2.37: Boza

Glikolizde organik molekülün yapısındaki enerjinin çok az bir kısmı açığa çıkarken büyük bir kısmı pirüvik asit molekülünün yapısında kalır. Glikoliz sonucunda oluşan pirüvik asit, oksijensiz ortamda etil alkol veya laktik aside kadar dönüştürülür. Bu tepkimelerde farklı enzimlerin kullanılması farklı son ürünlerin oluşmasına neden olur. Fermantasyonda görev alan enzimler, hücrenin sitoplazmasında bulunur. Fermantasyon tepkimelerinde besinler CO_2 ve H_2O'ya kadar parçalanamadığı için enerjinin büyük bir bölümü, son ürünlerin kimyasal bağlarında kalır. Bu nedenle fermantasyon ile açığa çıkan enerji, oksijenli solunuma göre daha azdır.

SIRA SİZDE

Etil alkol fermantasyonu ile laktik asit fermantasyonu arasındaki farkları yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Boza yapılması
ETKİNLİĞİN AMACI : Fermantasyon ile boza üretmek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 19 saat
ARAÇ GEREÇ : 6 çay bardağı bulgur, 2 yemek kaşığı toz şeker, 1 çay kaşığı kuru maya, 3 L içme suyu, 2 adet tencere, tel süzgeç, ocak, kepçe, kaşık, kâse

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Bulguru tencereye koyup üzerine 3 L su ilave ediniz. Karıştırarak kaynatınız.
2. Bulamaç hâline gelen karışımı ocaktan alınız. Karışımı tel süzgeçten geçirerek başka bir tencere içine alınız. Posasını ayırınız.
3. Kâsenin içine kuru maya, toz şeker ve yarım su bardağı ılık su koyunuz ve iyice karıştırınız.
4. Kâsenin içindeki mayalı karışımı, posasını aldığınız karışıma ekleyiniz.
5. Tencerenin ağzını kapatınız. Ilık bir ortamda yaklaşık 18 saat kadar bekletiniz.
6. Elde ettiğiniz karışımda meydana gelen değişimi gözlemleyiniz.

DEĞERLENDİRME

1. Mayaya şeker yerine ne eklenebilir?
2. Bulgurdan başka hangi ürünler kullanılarak boza yapılabilir?

8. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Yoğurt mayalanması
ETKİNLİĞİN AMACI : Fermantasyon ile yoğurt mayalamak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 6 saat
ARAÇ GEREÇ : 1L süt, 2 yemek kaşığı evde yapılmış yoğurt, tencere, ocak, yemek kaşığı, örtü, termometre, kepçe, kâse

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. 1L sütü temiz bir tencerede kaynatınız. 40-45 ^{O}C'ye kadar (parmağınızı yakmayacak kadar bir ısı) soğumasını bekleyiniz.
2. Sıcaklık, bu değere ulaşınca tencereden yarım kepçe sütü kâseye alınız ve üzerine 2 kaşık evde yapılmış yoğurdu ekleyerek karıştırınız. Daha sonra bu karışımı, tenceredeki süte ekleyip karıştırınız.
3. Tencerenin kapağını kapatarak üzerini örtünüz. Yaklaşık 5 saat kadar bekletiniz.

DEĞERLENDİRME

1. Yoğurdun mayalanması sırasında ılık bir ortam sağlanmasının nedeni nedir?
2. Tencerenin ağzının kapatılmasının nedeni nedir?

4.1.3. Oksijensiz Solunum

Organik moleküllerden oksijen yokluğunda Krebs döngüsü ve ETS kullanılarak ATP elde edilmesine oksijensiz solunum denir. Oksijensiz solunumun işleyişi oksijenli solunuma benzer ancak oksijensiz solunumda kullanılan ETS elemanları farklıdır. Oksijensiz solunumda oksijen (O_2) yerine sülfat (SO_4^{-2}), nitrat (NO_3^{-}), karbonat (CO_3^{-2}) ve demir (Fe^{+3}) son elektron alıcısı olarak kullanılır. Örneğin bataklıkta yaşayan bazı bakteriler besin moleküllerinden kopardıkları elektronları sülfat iyonuna aktarırlar. Elektronları alarak indirgenen sülfat, hidrojen sülfür (H_2S) oluşumunu sağlar. ETS'de elektronların taşınması sırasında açığa çıkan enerji ile ATP sentezlenir. Bataklıklardan çürük yumurta kokusunun gelmesinin nedeni, oksijensiz solunum yapan bakterilerin oluşturduğu H_2S'dür. Toprakta yaşayan ve oksijensiz solunum yapan bazı bakteriler ise ETS'de son elektron alıcısı olarak nitrat kullanır. ETS kullanılarak enerji üretilirken nitrat, denitrifikasyonla moleküler azota dönüştürülür. Bu olay, biyosferdeki azot dengesinin korunması için önemlidir.

Hücresel Solunumda Enerji Verimi

Fermantasyonda enerji verimi oksijenli solunuma göre daha azdır. Çünkü fermantasyon sırasında glikozun CO_2 ve H_2O'ya kadar yıkımı tam olarak gerçekleşmez. Enerjinin büyük bir kısmı, fermantasyon sonucu oluşan son ürünlerde kalır. Aynı zamanda fermantasyonda ETS'nin olmayışı enerji verimini düşürür. Oksijenli solunumda ise glikoz, H_2O ve CO_2 gibi inorganik bileşiklere kadar yıkılır. NADH ve $FADH_2$ moleküllerinin taşıdıkları elektronların ETS'ye aktarılmasıyla en yüksek seviyede ATP üretilmiş olur. Fermantasyonda sadece substrat düzeyinde fosforilasyon görülürken oksijenli ve oksijensiz solunumda substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon birlikte görülür. Oksijensiz solunumda oksijenli solunuma göre daha az sayıda ATP, fermantasyona göre ise daha fazla sayıda ATP açığa çıkar. Her üç yöntem karşılaştırıldığında NADH moleküllerinin oksitlenme (yükseltgenme) yolları farklıdır.

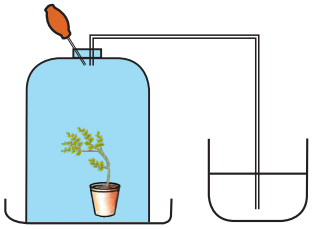
SIRA SİZDE

Fermantasyon ile oksijenli solunumun benzerlik ve farklılıklarını yazınız.

.....
.....
.....

9. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Bitki dokularında solunum sonucu karbondioksit çıkışı
ETKİNLİĞİN AMACI : Yeşil bitkilerde gerçekleşen oksijenli solunumda oksijen kullanımını ve sonucunda karbondioksit çıkışını gözlemlemek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 saat
ARAÇ GEREÇ : Canlı yeşil bitki, açık cam fanus, tıpa, kireç suyu, 3 adet plastik boru, pompa, beher



ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Cam fanusun içine canlı bitkiyi toprağı ile beraber yerleştiriniz.
2. Plastik boruları birbirine ekleyiniz. Açık ucun birini kireç suyuna diğerini cam fanusa yerleştiriniz.
3. Cam fanusa biraz hava pompalayınız. Fanusun ağzını gaz kaçırmayacak şekilde izole ediniz.
4. Düzeneği karanlık bir ortamda bir süre bekletiniz.
5. Fanusun dışında bulunan beherde meydana gelen değişiklikleri gözlemleyiniz.

DEĞERLENDİRME

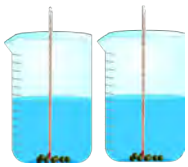
1. Beherde nasıl bir değişim meydana gelmiştir?
2. Kireç suyunun bu deneyde kullanılmasının amacı nedir?
3. Canlı bitkinin yerine ölü bir bitki kullansaydınız aynı sonucu gözlemleyebilir miydiniz?
4. Deneyi neden karanlık bir ortamda yaptınız?

10. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Solunum sonucu ısının açığa çıkışı
ETKİNLİĞİN AMACI : Solunum sonucu ısının açığa çıkışını gözlemlemek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 hafta
ARAÇ GEREÇ : Bezelye tohumu, 2 adet beher, ısıtıcı, termometre, pamuk

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Bir gün önceden bir miktar bezelye tohumunu çimlenmeye başlaması için bir behere koyup suda bekletiniz (a).
2. Bir başka behere de aynı miktarda bezelye tohumu koyarak ısıtıcıda kaynatınız (b).
3. Her iki beherdeki sıcaklığı termometre ile ölçerek not ediniz.
4. Hazırladığınız düzenekleri aynı ortamda birkaç gün bekletiniz.
5. Her iki beherdeki sıcaklığı tekrar ölçünüz ve elde ettiğiniz değerleri karşılaştırınız.


(a) (b)

DEĞERLENDİRME

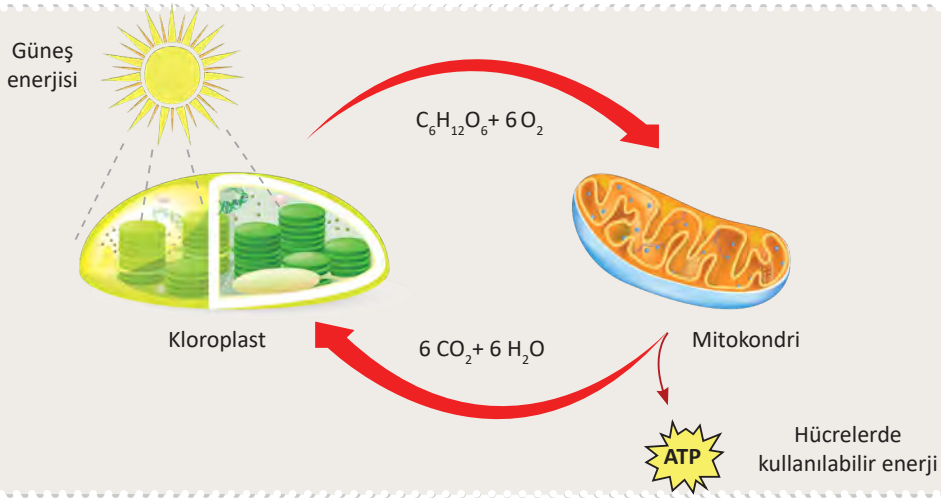
1. İki beher arasındaki sıcaklık farkının nedeni nedir?
2. İkinci beherdeki bezelye tohumlarının kaynatılmasının nedeni nedir?
3. Elde ettiğiniz ölçümleri, açığa çıkan ısının kaynağı bakımından değerlendiriniz.

4.2. Fotosentez ve Solunum Arasındaki İlişki

Ekosistemdeki fotosentetik canlılar, güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye çevirerek besinlerin yapısında depo eder. Üretici canlılar besin zincirinin ilk halkasını oluşturur. Kendi besinini üretemeyen canlılar üreticilerden sağladıkları besinlerde depolanmış enerjiyi hücresel solunumla mitokondrilerinde açığa çıkararak güneş enerjisinden dolaylı olarak yararlanır.

Fotosentez ve solunum tepkimeleri arasında birbirlerini tamamlayıcı bir ilişki bulunmaktadır. Fotosentez ile oluşturulan besinler solunumda kullanılır. Solunumun yan ürünleri olan CO_2 ve H_2O, fotosentezin ham maddesidir (Görsel 2.38). Fotosentez ürünleri olmadan solunum, solunum ürünleri olmadan da fotosentez gerçekleşemez.

Bitkiler gece gündüz solunum yaparken sadece gündüzleri fotosentez yapar. Gündüzleri fotosentez hızı solunum hızından fazla olduğu için bitkiler, solunum sonucu ürettikleri CO_2 ve H_2O'yu atmosfere vermeden fotosentezde kullanır. Bunun sonucunda atmosfere CO_2 salınımı, geceye göre gündüzleri azdır.



Görsel 2.38: Fotosentez ve solunum ilişkisi

Atmosferdeki CO_2'nin büyük bir kısmı canlıların solunumu sonucunda oluşur. Ayrıca ısınmak için kullanılan odun, kömür, ve doğal gazın, taşıtlarda kullanılan petrol ürünlerinin yanması sonucu da çok miktarda CO_2 atmosfere salınır. Atmosferde biriken bu gaz yine üreticiler tarafından tutularak besin sentezinde kullanılır. Bu da doğadaki madde döngülerinin devamlılığını sağlar.

Fosil yakıtların aşırı tüketimi, atmosferde CO_2 artışına yol açarak sera etkisi yaratmakta ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Küresel ısınma, iklim ve canlı türleri üzerinde etkili olmaktadır. Bazı türler yok olurken bazıları yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. Atmosferdeki CO_2 miktarını dengede tutmak için ormanlar korunmalı ve çoğaltılmalıdır.

Tablo 2.4: Fotosentezin Oksijenli Solunumla Karşılaştırılması

FOTOSENTEZ	OKSİJENLİ SOLUNUM
Ökaryot canlılarda kloroplastta; prokaryot canlılarda sitoplazmada gerçekleşir.	Ökaryot canlılarda sitoplazma ve mitokondride; prokaryot canlılarda sitoplazmada gerçekleşir.
Yeterli ışık enerjisi varlığında gerçekleşir.	Oksijen varlığında gerçekleşir.
Reaksiyona giren maddeler, CO_2 ve H_2O/ H_2S/ H_2'dir.	Reaksiyona giren maddeler, organik besinler ve O_2'dir.
Güneş enerjisi, kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür.	Kimyasal bağ enerjisi, ATP'ye dönüştürülür.
Fotosentez sonunda ağırlık artışı olur.	Solunum sonunda ağırlık azalması olur.
Enzimatik tepkimeler gerçekleşir.	Enzimatik tepkimeler gerçekleşir.
ETS elemanları görev alır.	ETS elemanları görev alır.
İnorganik maddeler kullanılır.	Organik maddeler parçalanır.
ATP üretimi ve tüketimi vardır.	ATP üretimi ve tüketimi vardır.
Fotofosforilasyon görülür.	Substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon görülür.

11. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Bitkiler için karbondioksitin önemi
ETKİNLİĞİN AMACI : Solunumla açığa çıkan karbondioksitin bitkiler için öneminin incelemek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 hafta
ARAÇ GEREÇ : 3 adet aynı tür canlı yeşil bitki, 3 küçük saksı, toprak, KOH, su, 3 adet beher, 3 adet cam fanus, maya mantarı

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Canlı bitkileri küçük saksılara dikip sulayınız.
2. İlk düzenekteki saksıyı hazırladıktan sonra üstünü cam fanusla kapatınız.
3. İkinci düzenekteki saksının yanına, içinde KOH bulunan beher yerleştiriniz. Düzeneğin üstünü cam fanusla kapatınız.
4. Başka bir beherin içine maya mantarı, şeker ve ılık su koyunuz.
5. Üçüncü düzenekteki saksının yanına, dördüncü maddede hazırladığınız beheri koyunuz. Düzeneğin üstünü cam fanusla kapatınız.
6. Düzenekleri 2 hafta bekletiniz.
7. 2 hafta boyunca bitkileri gözlemleyerek değişimleri kaydediniz.

DEĞERLENDİRME

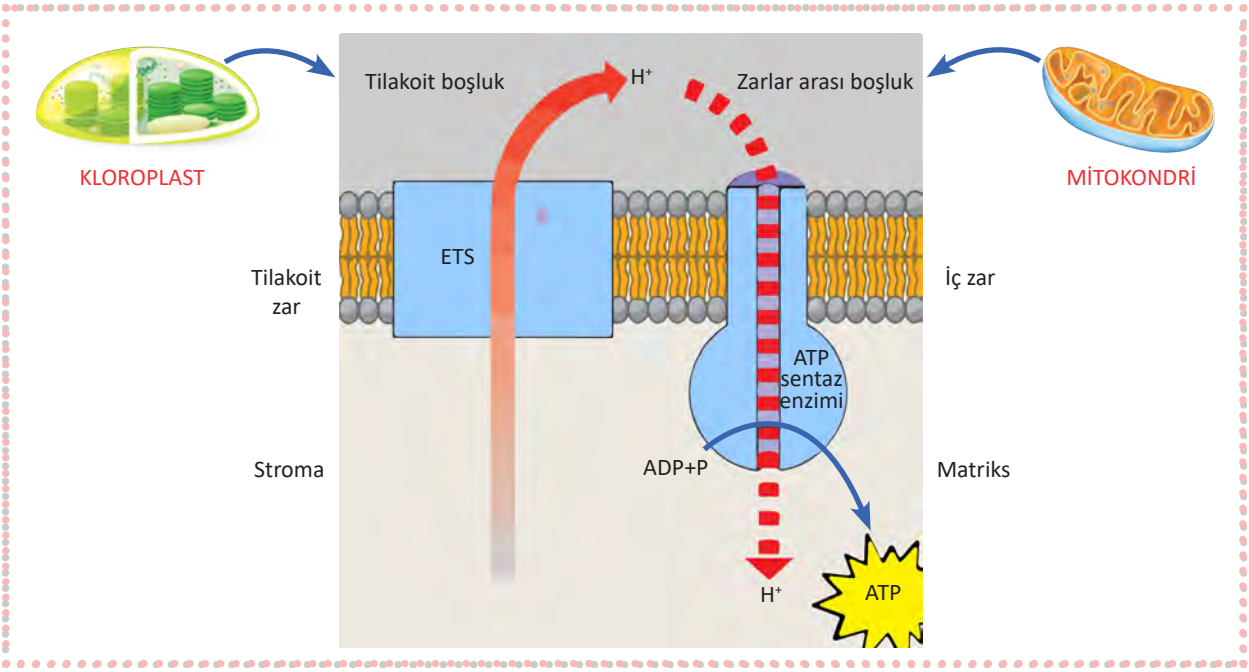
1. Deney süresince cam fanus içindeki bitkilerin gelişiminde ne gibi farklılıklar gözlemlediniz?
2. KOH yerine kireçli su veya $Ba(OH)_2$ kullanılsaydı deneyin sonucu nasıl olurdu?

Kemiosmotik Görüş

Mitokondri ve kloroplastlarda, zarın iki tarafındaki proton konsantrasyonu (yoğunluk) farkına bağlı olarak ortaya çıkan proton itici gücünün ATP sentezlenmesinde kullanılması kemiosmotik görüş ile açıklanır. Protonlar (H^+), ATP sentezi sırasında mitokondrilerde zarlar arası boşlukta; kloroplastlarda ise tilakoit boşlukta birikir.

Fotosentezde $NADP^+$ ve hücresel solunumda NAD^+ ve FAD molekülleri ile taşınan elektronlar, ETS'deki taşıyıcı moleküllere aktarılır. Elektronlar, ETS'de taşınırken yüksek enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine iniş eğilimindedirler. Yüksek enerjili elektronların ETS'de aktarımı sırasında açığa çıkan serbest enerjinin bir kısmı, ısı olarak ortama verilir. Diğer kısmı ise iç zarın çevrelediği sıvı ortamdaki protonları, ETS molekülleri aracılığı ile iç ve dış zar arasındaki boşluğa pompalamada kullanılır. Zarlar arası boşluktaki proton konsantrasyonu, iç zarın çevrelediği sıvı ortama göre daha yüksek olur. İç zarın iki tarafındaki proton konsantrasyonu farkı, bir potansiyel enerji oluşturur. Protonlar, zarlar arası boşluktan sıvı ortama dönme eğilimdedirler. Ancak iç zar, protonlar için geçirgen değildir. İç zarda yer alan ATP sentaz enzimi, protonların sıvı ortama geri dönmelerini sağlayan bir kanal oluşturur. Protonların sıvı ortama akışı, ATP sentazı aktif hâle getirir. Aktifleşen ATP sentaz, ATP sentezini gerçekleştirir (Görsel 2.39). Zarlar arasındaki boşluk ile sıvı ortam arasında elektriksel yük farkı oluşur. Elektron akışı, elektron çekim gücü yüksek olan oksijen molekülüne doğrudur. Oksijen, ETS'nin son elektron alıcısıdır.

Oksijenli solunumda oksijen, ETS'nin son molekülüne gelen elektronları alarak elektron akışının ve ATP molekülünün sentezinin sürdürülmesini sağlar. Elektron kazanan oksijen, elektronunu kaybetmiş bir çift proton ($2H^+$) ile birleşerek suyu oluşturur. Oksijensiz solunumda ise sülfat, nitrat, karbonat veya demir son elektron alıcısı olarak kullanılır.



Görsel 2.39: Kloroplast ve mitokondride kemiosmotik görüş ile ATP sentezi

Okuma Parçası

CO VE CO_2'NİN BENZER VE FARKLI YÖNLERİ NELERDİR?

CO (karbonmonoksit) ile CO_2'nin (karbondioksit) özellikleri çoğu zaman karıştırılır. Her ikisi de renksiz ve kokusuz olan bu gazlar; vücudumuza solunum, deri ve göz yoluyla girebiliyor. Hem CO hem de CO_2 yanma tepkimeleri sonucunda oluşabiliyor. CO, oksijenin az olduğu ortamlarda kısmi yanma sonucunda oluşur. CO_2 ise oksijenin çok olduğu ortamlarda tam yanma sonucunda oluşur. CO_2 insan ve hayvanların solunumu sırasında, fermantasyonda ve diğer kimyasal tepkimelerde de üretilir. CO'nun ve CO_2'nin en çok karıştırılan özelliklerinden biri de insanlar için ne kadar zehirli olduklarıdır. İş güvenliği standartlarında yaygın olarak kullanılan şu limitler, kafa karışıklığını giderebilir: İş güvenliği kurumlarının pek çoğunun CO için belirlediği üst sınır, litrede 50 miligram iken bu sınır CO_2 için litrede 5000 miligramdır. Akciğer, kan ve merkezî sinir sistemine etki eden CO zehirlenmeleri, ölümcül iken solunum sisteminde etkili olan CO_2 zehirlenmeleri çok nadir yaşanır.

İbrahim Özay Semerci

http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/S-555-76.pdf

Bilim ve Teknik Şubat 2014

(Düzenlenmiştir.)

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

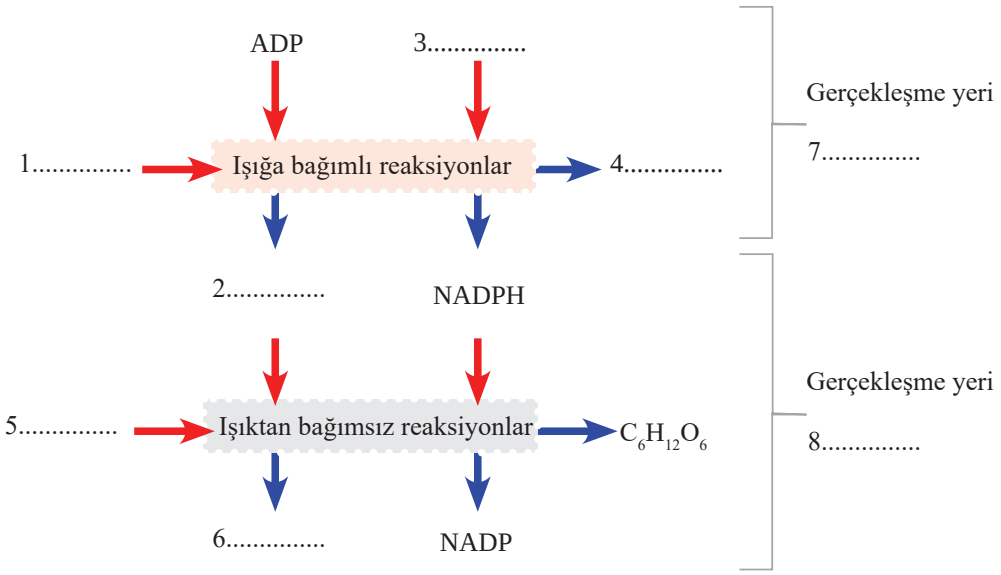
A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

kloroplast	su	fosforilasyon	glikoliz	ATP
stroma	enerji	fotosentez	fotoliz	karbondioksit
hücresel solunum	matriks	yapay ışıklandırma	asetil CoA	mitokondri

1. Fotosentezde açığa çıkan oksijenin kaynağı …… dur.
2. ADP'ye bir fosfat grubu bağlanarak ATP sentezlenmesi olayına ..... denir.
3. Oksijenli ortamda pirüvat mitokondride ..... molekülüne dönüşerek Krebs Döngüsü'ne girer.
4. Fotosentezde ışık enerjisi yardımıyla suyun iyonlarına ayrılmasına ..... denir.
5. Seracılıkta tarımsal ürünü artırmak için ..... gibi yöntemler uygulanır.
6. Krebs döngüsü mitokondrinin ..... bölümünde gerçekleşir.
7. Hücrede karbonhidrat, yağ gibi organik bileşiklerin parçalanmasıyla ATP sentezlenmesine ..... denir.
8. Ökaryot organizmalarda fotosentez reaksiyonları ..... organelinde gerçekleşir.
9. ..... tepkimeleri sonucunda oluşan pirüvat, oksijensiz ortamda etil alkol veya laktik aside kadar parçalanabilir.
10. ..... tüm canlı hücrelerde enerjinin temel kaynağı olarak kullanılır.
11. Tüm canlılar metabolik faaliyetlerini devam ettirebilmek için ……. ihtiyacı duyar.
12. Klorofil pigmenti bulunduran canlıların güneşten gelen ışık enerjisini kullanarak organik besin üretmesine …….. denir.
13.

stroma	H_2O	NADP	ATP	tilakoid
O_2	ADP	CO_2	besin	NADPH

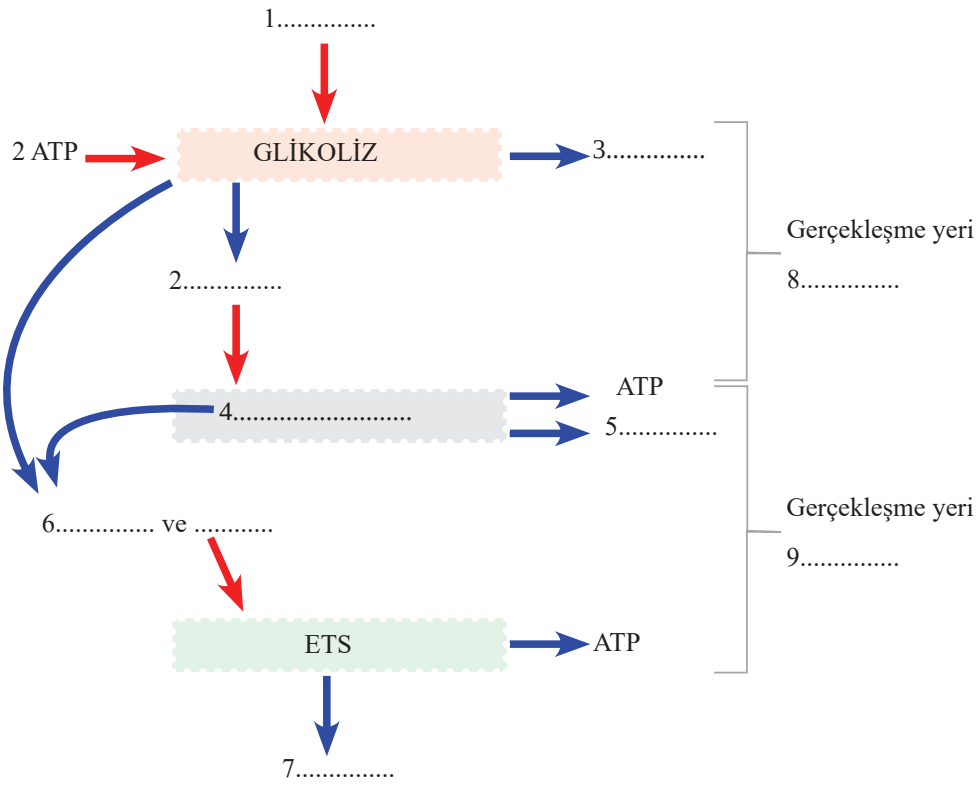
Yukarıda fotosentez ile ilgili kavramları içeren bir tablo verilmiştir. **Aşağıda verilen fotosentez tepkimelerini özetleyen şemadaki boş bırakılan yerlere tablodaki kavramları doğru olarak yazınız.**



14. Aşağıda solunum tepkimelerini özetleyen bir şema verilmiştir.

Tabloda verilen ifadelerin uygun olanını şemadaki boş bırakılan yerlere yazınız.

pirüvik asit	ATP	mitokondri
Krebs Döngüsü	glikoz	NADH ve $FADH_2$
CO_2	sitoplazma	H_2O



15. Aşağıdaki tabloda enerji dönüşüm çeşitleri ile ilgili sorular verilmiştir. Soruların cevaplarını karşısındaki kutucuklarda boş bırakılan yerlere yazınız.

SORULAR	FOTOSENTEZ	GLİKOLİZ VE FERMANTASYON	OKSİJENLİ SOLUNUM
ATP'nin oluşma biçimi nedir?			
Prokaryotlarda meydana geldiği yer neresidir?			
Ökaryotlarda meydana geldiği yer neresidir?			
Tepkimede kullanılan mad-deler nelerdir?			
Tepkime sonucunda oluşan ürünler nelerdir?			
Işığa ihtiyaç duyulur mu?			
ETS kullanılır mı?			

B) Aşağıda rakam ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

16. Kavramların önündeki harfleri boş bırakılan yerlere doğru olarak yazınız.

(.....) 1. Işıktan bağımsız tepkimelerin kloroplastta gerçekleştiği yer	a) Kalvin döngüsü
(.....) 2. Fotosentezin ışığa bağımlı olmayan reaksiyonlarında CO_2'in kullanıldığı olay	b) Fotootrof
(.....) 3. Hücrede fermantasyon reaksiyonlarının gerçekleştiği yer	c) Sitoplazma
(.....) 4. Mitokondride oksidatif fosforilasyonun gerçekleştiği yer	ç) Stroma
(.....) 5. İnorganik maddelerden organik madde sentezi için ışık enerjisi kullanan üretici canlılar	d) Krista

17. Aşağıdaki tabloda bazı kavramlar verilmiştir. **Kavramların önündeki rakamları boş bırakılan yerlere yazınız.**

1. ETS tepkimeleri	2. ATP üretimi	3. Substrat düzeyinde fosforilasyon	4. Oksijen kullanımı
5. Glikoliz	6. CO_2 üretimi	7. Suyun fotolizi	8. NAD'ın indirgenmesi

a) Hangileri etil alkol fermantasyonu ve fotosentez için ortak olarak söylenebilir?

.....

b) Hangileri mitokondride gerçekleşir?

.....

c) Hangileri sadece fotosentezde gerçekleşir?

.....

ç) Hangileri etil alkol fermantasyonu ve oksijenli solunum reaksiyonlarında ortak olarak gerçekleşir?

.....

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

18. Glikoliz, tüm canlıların solunum tepkimelerinde aynı şekilde gerçekleşir. Bu durumun nedenini yazınız.

……
……

19. Fermantasyon sonucu farklı son ürünlerin oluşmasının sebebi nedir? Yazınız.

……
……

20. Oksijenli solunumda enerji verimi, fermantasyona göre daha fazladır. Bu durumun nedenini açıklayınız.

……..
……

21. Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları gerçekleşmezse ışığa bağımlı reaksiyonlar, bu durumdan etkilenir mi? Açıklayınız.

……
……

22. Fotosentezin hızını etkileyen faktörler nelerdir? Yazınız.

……
……

23. Yeryüzüne güneş ışığı ulaşmasaydı canlılar, bu durumdan nasıl etkilenirdi?

……
……

24. Fotosentezle solunum arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

.....
.....

25. Fermantasyonun endüstriyel önemini örneklerle açıklayınız.

.....
.....

26. Hızlı hareket ettiğimizde neden yorgunluk hissederiz? Açıklayınız.

.....
.....

27. Hücresel solunumun canlılar için önemini açıklayınız.

.....
.....

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

28. Nitrat bakterisinin gerçekleştirdiği;

$2\ HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ HNO_3 + \text{enerji}$

$\text{Enerji} + 6\ CO_2 + 6\ H_2O \longrightarrow \text{Glikoz} + 6\ O_2$

$\text{Glikoz} + O_2 \longrightarrow ATP + CO_2 + H_2O$

tepkimeleriyle ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Sadece fotosentez yapar.
B) Solunum ve kemosentez yapar.
C) Sadece kemosentez yapar.
D) Hem fotosentez hem kemosentez yapar.
E) Solunum ve fotosentez yapar.

29. ATP ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) ATP, üretildiği hücrede tüketilir.
B) Yapısında 5 karbonlu riboz şekeri bulunur.
C) Tüm biyokimyasal tepkimelerde harcanır.
D) Hücre zarından geçemez.
E) Yapısı tüm hücrelerde aynıdır.

30. Fotosentezde gerçekleşen olaylarla ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Suyun yapısındaki H glikozun yapısına katılır.
B) Klorofil, elektronları CO_2 molekülünden yakalar.
C) Klorofildeki elektronlar ışığın etkisi ile daha yüksek enerji düzeyine çıkar.
D) $NADP^+$ indirgenir.
E) ATP sentezi, tilakoit zarda gerçekleşir.

31. Aşağıda verilen canlı türlerinden hangisinde klorofil pigmenti, kloroplast içerisinde <u>yer almaz</u>?

A) Akasya ağacı
B) Su yosunu
C) Böcekçil bitki
D) Siyanobakteri
E) Öglena

32. ATP molekülü ile ilgili;

I. ATP'nin yapısındaki P_i molekülü inorganik yapıdadır.
II. ATP'de üç tane fosfat bağı vardır.
III. ATP'nin yapısında bulunan şeker DNA'nın yapısında bulunan şekerle aynıdır.
IV. ATP'nin hidrolizi ile ortamın osmotik basıncı artar.

yargılarından doğru (D) ve yanlış (Y) şeklinde dizilimi aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III	IV
A)	Y	Y	D	D
B)	D	Y	Y	Y
C)	Y	D	Y	D
D)	D	Y	Y	D
E)	D	D	D	D

33. Fosforilasyon çeşitlerinden;

I. Oksidatif fosforilasyon
II. Substrat düzeyinde fosforilasyon
III. Fotofosforilasyon

klorofil içeren yaprak hücresinde gerçekleşenler (M) ile insanın çizgili kas hücresinde gerçekleşenler (N) ile gösterilmiştir. M ve N'de meydana gelen fosforilasyon çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

	M	N
A)	I, III	I, II, III
B)	III	I, II
C)	I, II, III	I, II
D)	II, III	II, III
E)	I, II	I, II

34. Fotosentez ile ilgili;

I. Fotofosforilasyonun gerçekleştiği tüm hücrelerde kloroplast vardır.
II. Fotosentez sırasında ışık yardımıyla su hidroliz edilir.
III. Işığa bağımlı reaksiyonlarda üretilen ürünler, doğrudan metabolik reaksiyonlarda kullanılır.
IV. Fotosentez yapan tüm canlılar, ihtiyaç duydukları azotu organik besinler yoluyla alırlar.

ifadelerden hangileri <u>kesinlikle</u> yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II, III ve IV E) I, III ve IV

35. Maratona katılan bir sporcunun koşarken çizgili kas hücrelerinin fermantasyona başvurmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Çizgili kas hücrelerinde mitokondri bulunmaması
B) Çizgili kas hücrelerinde yeterli oksijenin bulunmaması
C) Çizgili kas hücrelerinde glikolizle üretilen enerji veriminin yüksek olması
D) Çizgili kas hücrelerinin laktik aside ihtiyaç duyması
E) Çizgili kas hücrelerinde FAD bulunmaması

36. Oksijenli solunum, glikoliz ve etil alkol fermantasyonunda;

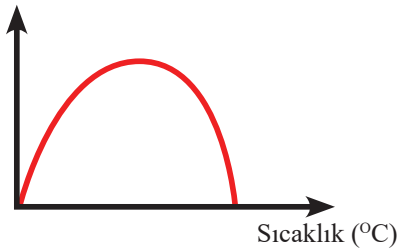
I. ATP sentezlenmesi
II. CO_2 oluşumu
III. NAD koenziminin hidrojen alıp vermesi

olaylarından hangileri ortaktır?

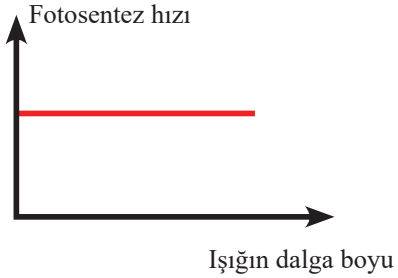
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

37. Fotosentez hızını etkileyen faktörlerle ilgili aşağıda verilen grafiklerden hangisi doğru değildir?

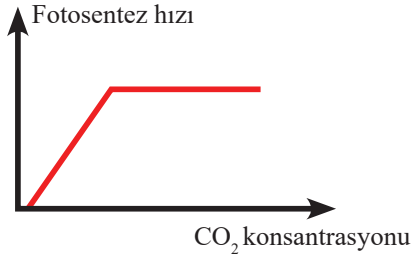
A)



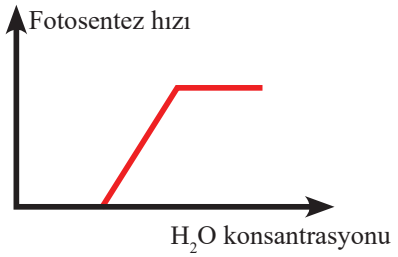
B)



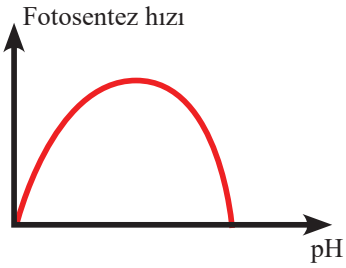
C)



D)



E)



38. Eren, hazırladığı deney düzeneği ile fotosentez hızını ölçmüştür. Deney sonucunda elde ettiği veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Işık kaynağının bitkiye uzaklığı (cm)	10	20	30	40	50
Bitkiden çıkan O_2 kabarcık sayısı	50	40	30	20	10

Tabloda yer alan verilere göre aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?

A) Işık şiddeti fotosentez hızını etkilemez.
B) Işık şiddeti ile CO_2 kullanımı doğru orantılıdır.
C) Işık şiddeti arttıkça açığa çıkan O_2 miktarı azalır.
D) Bitki fotosentez yapmamaktadır.
E) Fotosentez en çok mor ışıkta gerçekleşir.

39. Aşağıdaki olaylardan hangisi fermantasyona örnek olarak verilemez?

A) Üzüm suyundan sirke oluşması
B) Sütten peynir mayalanması
C) Limonun küflenmesi
D) Ekmek hamurunun mayalanması
E) Çizgili kaslarda laktik asit oluşması

40.

I	II	III
Glikoz çözeltisi Maya hücreleri Oksijensiz ortam KOH	Glikoz çözeltisi Aerob bakteri Oksijenli ortam KOH	Glikoz çözeltisi Yoğurt yapan bakteri Oksijensiz ortam KOH

Yukarıdaki tabloda 3 deney düzeneği verilmiştir. **Bu deney düzenekleri için aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>söylenemez</u>?** (KOH karbondioksit tutucu olarak görev yapar.)

A) Üç kapta da ısı artışı meydana gelir.
B) Üç kapta da KOH saydamlığını kaybeder.
C) Üç kapta da glikoz miktarı azalır.
D) Sentezlenen ATP miktarı III=I<II şeklindedir.
E) Üç kapta da ortam pH'ı değişir.

41. Bir molekül glikoz oksijenli solunumla değil de fermantasyonla yıkıma uğratılırsa aşağıdakilerden hangisinin miktarı <u>değişmez</u>?

A) Açığa çıkan ATP miktarı
B) Oluşan CO_2 miktarı
C) Glikolizde oluşan pirüvik asit miktarı
D) Açığa çıkan ısı miktarı
E) İndirgenen NAD^+ miktarı

42 - 45. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Bir öğrenci, sirke yapmak için üzüm suyu içine bir miktar doğal balı ekleyerek karıştırmıştır. Karışımı, mayalanma sürecini tamamlamak üzere karanlık bir dolapta bekletmiştir. Bir ay boyunca karışımı, her gün gözlemleyerek kimyasal değişiklikleri kaydetmiştir. Mayalar, şekeri CO_2 ve etil alkole dönüştürmüştür.

42. Mayalanan sirke karışımının üzerinde köpüklenme olmuştur. Köpüklenmenin nedenini açıklayınız.

……
……

43. Öğrenci, hazırladığı sirke karışımını 15 gün sonra tartmış ve karışımın ağırlığının azalmış olduğunu gözlemlemiştir. Ağırlık kaybının nedeni ne olabilir? Açıklayınız.

……
……

44. Aşağıdaki tabloda fermantasyon ile ilgili ifadeler verilmiştir. Verilen ifadelerden hangileri fermantasyon çeşitlerinin tümünde gerçekleşir? İfadelerin karşısındaki kutucuklara "X" işareti koyunuz.

Enzim kullanılması	
CO_2 üretimi	
ATP sentezi	
NADH'ın indirgenmesi	

45. Canlılarda fermantasyon ürünleri etil alkol, laktik asit, asetik asit gibi çeşitlilik gösterir. Fakat açığa çıkan enerji miktarı aynıdır. **Bu durumun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

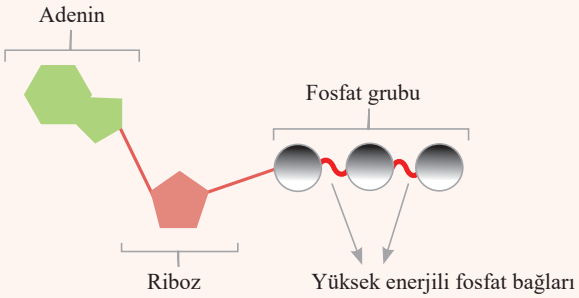
A) Reaksiyonların başlangıç moleküllerinin farklı olması
B) Kullanılan enzimlerin farklı olması
C) Üretilen enerjinin bir kısmının ısı olarak kaybedilmesi
D) Enerjinin glikoliz tepkimelerinde üretilmesi
E) Sıcaklığın enzim aktivitesini değiştirmesi

46 - 49. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Elif, öğretmeninin derste ATP ile ilgili anlattıklarının özetini aşağıdaki gibi çıkarmıştır.

Adenozin Trifosfat (ATP)

Canlılarda besinlerden elde edilen enerjinin depolandığı ve kullanıldığı nükleotit çeşididir. ATP'nin üretilmesine **fosforilasyon**, katalizlenip yapısındaki enerjinin açığa çıkarılmasına ise **defosforilasyon** denir.



ATP'nin yapısında üç çeşit molekül vardır. Bunlar; adenin azotlu organik bazı, 5 karbonlu riboz şekeri ve inorganik fosfattır. Baz ile şeker arasında glikozit bağı, şekerle fosfat arasında fosfoester bağı vardır. İnorganik fosfatlar arasında ise yüksek enerjili fosfat bağları bulunur. Fosfat molekülleri eksi yüklü olduğu için birbirlerine bağlanmaları sırasında daha çok enerji kullanılır. Bu enerji, hücrede bütün endergonik (enerji alan) tepkimelerde kullanılır. ATP molekülü;

- Canlı hücrelerde sentezlenir.
- Hücre dışına çıkamaz. Sentezlendiği hücrede kullanılır.
- Yapısına enerji depolanır. ATP depolanmaz. Sürekli üretilir ve hızla tüketilir.
- ATP'nin sentezi endergonik, yıkımı ekzergoniktir.
- Endergonik tepkimelerden elde edilir.

46. Protein + (n-1) H_2O ⟶ n amino asit

Yukarıda proteinlerin ince bağırsaktaki hidroliz tepkimesi verilmiştir. Bu tepkimede ATP enerjisi kullanılmaz. **ATP'nin kullanılmamasının temel nedeni nedir? Yazınız.**

……
……
……

47. ATP sentezi yapan enzim, bütün canlılarda bulunur ve bu enzimin yapısı aynıdır. Bu durumun nedeni nedir? Yazınız.

……
……
……

48. ATP'nin yapısında bulunan yüksek enerji, hangi moleküller arasındaki bağlarda depo edilir?

A) Adenin–Riboz B) Adenin–Fosfat C) Riboz–Fosfat D) Fosfat–Fosfat E) Adenin–Adenin

49. Aşağıdaki tabloda ATP ile ilgili sorular verilmiştir. Soruların cevaplarını karşısındaki kutucuklara yazınız.

Yapısındaki baz çeşidi nedir?	
Yapısındaki şeker çeşidi nedir?	
Baz ve şekerin birlikte oluşturduğu yapının adı nedir?	
Şeker ve fosfat arasındaki bağın adı nedir?	
Baz ve şeker arasındaki bağın adı nedir?	
Yapım reaksiyonunun genel adı nedir?	
Hidroliz reaksiyonunun genel adı nedir?	
Hidrolizi ile açığa çıkan moleküller nelerdir?	

50 - 55. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Fırıncı; ekmek hamuru yapmak için un, tuz, maya ve suyu belirli miktarlarda karıştırarak hamuru yoğurur. Yoğrulan hamuru, mayalanmanın gerçekleşmesi için birkaç saat bekletir. Hamurun mayalanması, kimyasal bir tepkimedir. Tepkime sonucunda maya hücreleri, unda bulunan karbonhidratları CO_2 ve etil alkole dönüştürür.

50. Ekmek hamurunu mayalarken un yerine nişasta kullanılabilir mi? Açıklayınız.

……
……
……

51. Fırıncı, hamur bezelerini göz kararıyla almak yerine daha adil olması amacıyla terazide tek tek tartarak pişirmiştir. Fırından çıkardığında ekmeklerin hepsinin aynı büyüklükte olmadığını görmüştür. Bu durumun sebebini açıklayınız.

……
……
……

52. Ekmek hamuru mayalanırken hamurun hacminin artmasının nedeni nedir? Yazınız.

……
……
……

53. Fırıncılar, yaz aylarında mayalanan hamurun içine özellikle buz katarlar. Bu durumun sebebi nedir? Yazınız.

……
……
……

54. Ekmekler hamur hâldeyken ve piştikten sonra tartılmış, pişirme sonrası ekmeklerde az da olsa azalmanın olduğu gözlenmiştir.

Buna göre

I. Maya hücrelerinin ölmesi
II. Hamurdan suyun buharlaşması
III. CO_2 çıkışının gerçekleşmesi

açıklamalarından hangileri bu azalmanın sebebi olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

55. Aşağıdaki tabloda hamurun mayalanması ile ilgili açıklamalar verilmiştir. Açıklamalar doğru ise "EVET"i, yanlış ise "HAYIR"ı işaretleyiniz.

	EVET	HAYIR
Un, tuz, maya karışımı soğuk su ile daha uzun sürede mayalanır.		
Mayalanma işlemi için sıcak su kullanmak fırıncının işini kolaylaştırır.		
Elle şekillendirilen hamur pişirilmeden önce bir süre bekletilir.		
Mayalanmış hamur kullanılarak yeni hamurlar hazırlanabilir.		

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

"Canlılarda Enerji Dönüşümleri" ünitesinin sonunda neleri, ne kadar öğrendiğinizi anlamak için kendinizi değerlendirebilirsiniz.

Bunu yapabilmek için "Her zaman", "Bazen", "Hiçbir zaman" şeklinde derecelendirilen ölçütlerden size uygun olanını işaretleyiniz. Değerlendirme sonucunda "Bazen" veya "Hiçbir zaman" cevaplarınız çoğunlukta ise üniteyi tekrar gözden geçiriniz.

Sıra No.	DAVRANIŞLAR	DERECELER		
		Her zaman	Bazen	Hiçbir zaman
1	Canlılığın devamı için enerjinin gerekliliğini açıklayabilirim.			
2	Fotosentezin canlılar açısından önemini sorgulayabilirim.			
3	Fotosentez sürecini şema üzerinde açıklayabilirim.			
4	Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirebilirim.			
5	Kemosentez olayını açıklayabilirim.			
6	Hücresel solunumu açıklayabilirim.			
7	Oksijenli solunumda reaksiyona girenler ve reaksiyon sonunda açığa çıkan son ürünlere ilişkin deney yapabilirim.			
8	Fotosentez ve solunum ilişkisi ile ilgili çıkarımlarda bulunabilirim.			

BİTKİ BİYOLOJİSİ

3. ÜNİTE

1. BİTKİLERİN YAPISI
2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI
3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

1. BÖLÜM
BİTKİLERİN YAPISI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; çiçekli bir bitkinin temel kısımlarının yapı ve görevlerini, bitki gelişiminde hormonların etkilerini ve bitki hareketlerini öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

fotoperiyodizm, nasti, oksin, tropizma, uç meristem,
yanal meristem, yaş halkaları

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Evinizde yetiştirdiğiniz saksı bitkilerinin bakımı için neler yaparsınız?
2. Çevrenizde gördüğünüz bitkiler arasında ne gibi farklılıklar vardır?
3. Bir bitkiye baktığınızda bitkinin hangi kısımlarını görürsünüz?

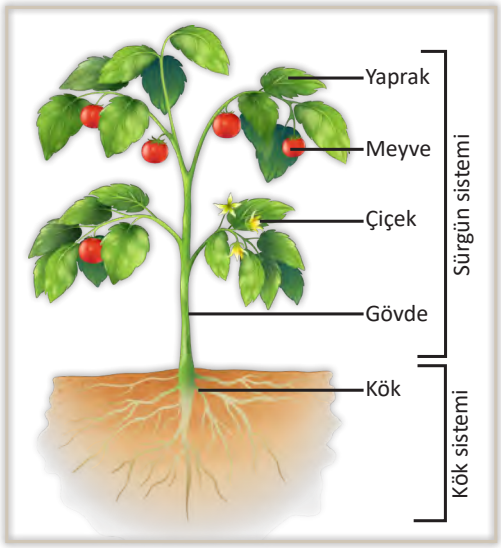
1. BİTKİLERİN YAPISI

Bitkiler, yeryüzünün temel üreticileridir. Canlılar, yaşamlarını sürdürebilmek için doğrudan ya da dolaylı olarak bitkilere bağımlıdır. Bitkiler; oksijen, besin gibi maddelerin üretilmesi, yeryüzündeki ısının kontrol edilmesi, atmosferdeki gaz dengesinin korunmasında görev alır. Ayrıca bitkiler, pek çok canlı için barınak görevi görür. Çiçekli bitkilerde kök, gövde, yaprak, çiçek ve meyve gibi yapılar bulunur. Bu yapılar bitkinin yaşadığı ortama uyum sağlayacak şekilde gelişmiştir.

1.1. Çiçekli Bitkilerin Temel Kısımları

Bitkiler kök ve sürgün olmak üzere iki temel sistemden oluşmuştur (Görsel 3.1). Bitkiler temel ihtiyaçlarını toprak, hava ve sudan karşılar.

Kök sistemi, bitkinin toprak altı kısmını oluşturur ve bitkiyi toprağa bağlar. Su ve minerallerin topraktan alınmasını sağlar. Ayrıca kök bazı bitkilerde fotosentez ürünü olan besinlerin depolanmasında da görev alır. Sürgün sistemi ise bitkinin toprak üstünde bulunan, hava ile temas eden kısmıdır. Sürgün sistemi gövde, yapraklar, çiçekler ve meyvelerden oluşur. Gövde, kök ile yapraklar arasında bulunur ve madde iletimini sağlar. Yapraklar çoğunlukla fotosentez olayında, terlemede ve gaz alışverişinde görev alır. Çiçekler üremeyi, meyveler tohumun korunması ve yayılmasını sağlar. Kökler sürgün sisteminden gelecek besine ihtiyaç duyar. Sürgün sisteminin de kökten gelecek su ve minerallere ihtiyacı vardır.

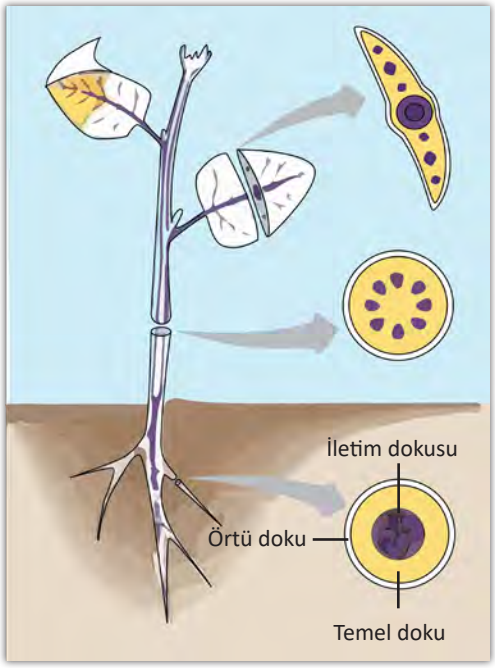


Görsel 3.1: Bitkinin temel kısımları

1.1.1. Bitkisel Dokular

Bitkiler; sistem, organ, doku ve hücre organizasyonu gösteren canlılardır. Hayvanlarda olduğu gibi bitkiler de farklı dokulardan meydana gelmiştir. Bir veya birden fazla tipteki hücreden oluşmuş, özel bir işlev gerçekleştiren hücreler grubuna **doku** denir. Bitkisel dokular bitki hücrelerinin bir araya gelmesiyle oluşur.

Bitkilerin kök, gövde ve yaprak gibi organlarında farklı dokular bulunur. Bitkilerde bulunan dokular örtü doku, temel doku, iletim doku ve meristem dokudur. **Meristem doku** bitkinin sınırsız büyümesini sağlayan ve doku sisteminin öncül hücrelerini üreten dokudur. Bitkilerin organlarında yer alan temel doku, iletim doku ve örtü doku ise meristem dokunun farklılaşmasıyla meydana gelmiştir (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Bitkide temel doku, örtü doku ve iletim doku

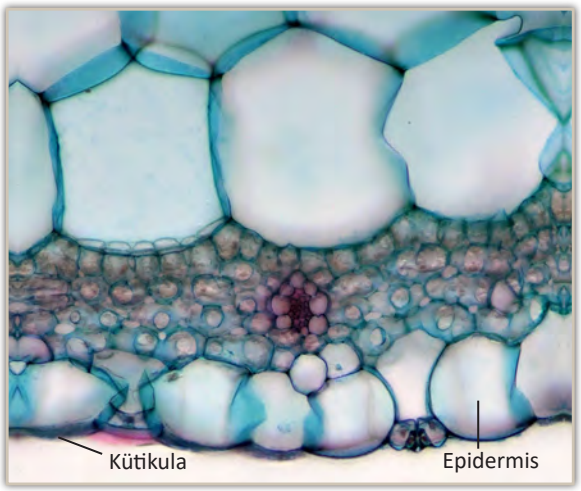
1.1.1.1. Örtü Doku

Örtü doku; bitkinin tüm yüzeyini deri gibi örten, bitkiyi çevresel etkilere karşı koruyan dokudur. Bitkiyi su kaybına, böcek vb. canlılara ve mekanik etkilere karşı koruyarak ilk savunma hattını oluşturur. Epidermis ve mantarlaşmış doku (peridermis) olarak iki kısımdan oluşur. Otsu bitkilerde ve odunsu bitkilerin genç olan kısımlarında örtü doku epidermis olarak isimlendirilir. Odunsu bitkilerde, gövde ve köklerin yaşlı bölgelerinde epidermisin yerini peridermis (periderm) denilen koruyucu bir doku alır.

a) Epidermis

Genç bitkilerde kök, gövde, yaprak gibi organların dış yüzeyini örter. Genellikle tek sıralı hücre tabakasından oluşur ve hücreler arasında boşluklar bulunmaz. Küçük kofullu, az sitoplazmalı ve canlı hücrelerdir.

Bitkinin gövde ve yapraklarında bulunan epidermis hücrelerinin dış çeperlerinde daha çok kalınlaşma vardır. Bu kalınlaşma, epidermisten salgılanan **kütin** denilen mumsu maddenin birikmesiyle oluşur. Kütin maddesinin birikmesi sonucunda **kütikula tabakası** meydana gelir (Görsel 3.3). Saydam ve mumsu olan kütikula tabakası, ışığı geçirir. Bu tabaka su kaybına, mekanik etkilere, güneşin zararlı ışınlarına ve parazit canlıların saldırılarına karşı bitkiyi korur. Bitkinin kök sisteminde kütikula tabakası bulunmaz. Kütikula tabakasının kalınlığı bitkinin yaşadığı bölgeye göre değişir. Kütikula tabakası; kurak bölge bitkilerinde su kaybını azaltmak için kalın, nemli bölge bitkilerinde ise incedir.

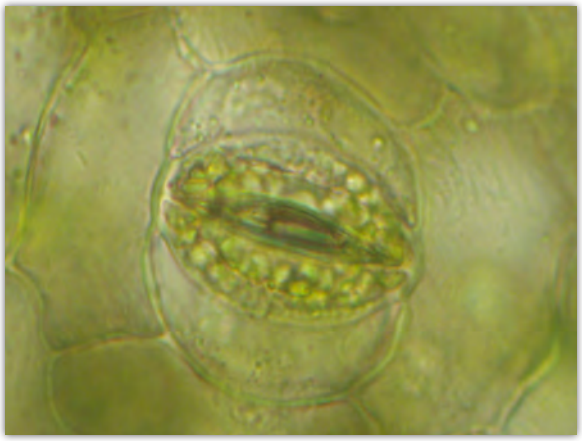


Görsel 3.3: Yaprağın enine kesiti (x400)

Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla stoma, hidatod, tüy ve emergens denilen yapılar meydana gelir.

- **Stoma (Gözenek)**

Stoma, yapraklarda ve genç bitkilerin gövdelerinde yer alan epidermiste bulunur. Bitkilerin toprak altı kısımlarında stoma bulunmaz. Stomaların görevi; bitkinin gaz alışverişini ve terlemesini sağlamaktır. Stomalar kloroplast taşıdıkları için fotosentez de yaparlar. Stomalar açılıp kapanarak terleme sonucu oluşan su buharının dışarı atılmasını sağlar. Solunum sırasında havadan oksijen alınması ve oluşan karbondioksitin dışarı verilmesi stomalar ile gerçekleşir. Fotosentezde gerekli olan karbondioksitin atmosferden alınması ve oluşan oksijenin dışarı verilmesi yine stoma ile sağlanır (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Stoma (x400)

- **Hidatod (Su Savağı)**

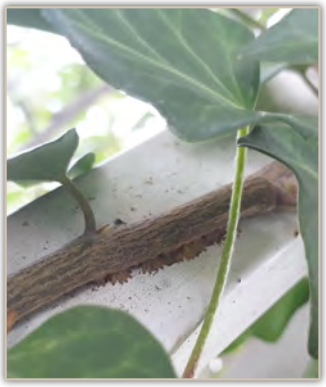
Bitkilerde fazla suyun atılmasını sağlayan yapıdır. Nem oranı fazla olan bölgelerde yaşayan bitkilerin yaprak kenarlarında bulunan açıklıklardan su çıkışı olur. Bu açıklıklara **hidatod** denir (Görsel 3.5). Hidatodlar, stomalar gibi açılıp kapanmaz. Bitkideki fazla su, hidatodlardan gutasyon (damlama) yoluyla sıvı hâlde dışarı atılır. Damlama olayı gerçekleştiğinde suyla beraber bir miktar madensel tuz da bitkiden uzaklaştırılır.

Görsel 3.5: Hidatodlarda gutasyon olayı

• **Tüy**

Tüy, epidermis hücrelerinin dışa doğru gelişmesiyle meydana gelen çıkıntılardır. Bir ya da birden fazla hücreden oluşabilir. Tüylerin örtü, savunma, salgı, tırmanma, emme gibi farklı yapı ve görevleri vardır. Yaprakta bulunan örtü tüyleri, güneş ışığını geri yansıtır ve yaprağın aşırı şekilde ısınmasını engeller (Görsel 3.6). Savunmayı sağlayan tüylere en güzel örnek, ısırgan otu bitkisinde görülür. Bu bitkinin savunma tüyünden yakıcı bir madde salgılanır. Yakıcı madde hayvanlara karşı bitkiyi korur. Salgı tüyleri de hoş kokulu ve uçucu maddeler salgılar. Nane, sardunya vb. bitkilerde bulunur. Tırmanma tüyleri, sarmaşık vb. bitkilerde tutunmayı sağlar. (Görsel 3.7). Kök emici tüyleri, köke yakın yerde bulunur. Görevi kökün yüzey alanını artırarak topraktan daha fazla su ve mineral emilimini sağlamaktır.

Görsel 3.6: Fesleğende örtü tüyü



Görsel 3.7: Duvar sarmaşığında tırmanma tüyleri

• **Emergens (Diken)**

Bitkilerin hayvanlara karşı korunmasını ve savunmasını sağlayan sivri çıkıntılardır. Epidermis, parankima ve iletim dokudan oluşur. Gül, böğürtlen vb. bitkilerde bulunur (Görsel 3.8). Gül bitkisinde emergensler epidermis ile korteksten gelişir ve iletim demeti bulundurmaz.

Görsel 3.8: Gül bitkisinde emergens

b) Peridermis (Mantarlaşmış Doku)

Çok yıllık bitkilerin kök ve gövdelerini saran epidermis, zamanla parçalanarak kuruyup dökülür. Epidermisin yerini, mantar kambiyumu tarafından üretilen periderm adlı koruyucu doku alır. Oluşan mantar hücreleri, **süberin** denilen su geçirmeyen mumsu maddeyi çeperlerinde biriktirir ve ölür. Mantar dokusu bitkiyi mekanik etkilerden ve hastalık yapıcı patojen canlılardan korur. Ayrıca süberin su kaybına karşı da bitkiyi korur. Mantar kambiyumu, mantar doku ve parankima hücrelerinin hepsinin biraraya gelmesiyle periderm meydana gelir. Peridermin üzerinde **lentisel (kovucuk)** denilen açıklıklar oluşur (Görsel 3.9). Gövdeyi saran lentiseller, mantar tabakasında bulunduğu yerlerde gövdeyi kesintiye uğratır. Halka, oval, çizgi, yatay açıklık şeklinde görünür. Lentiseller, odunsu bir gövde veya kökteki canlı hücrelerin dış ortamla gaz alışverişi yapmalarını sağlar.

Görsel 3.9: Odunsu gövdedeki lentiseller

SIRA SİZDE

Stoma ile lentisel arasındaki farkları yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.1.1.2. Temel Doku

Temel doku; bitkinin kök, gövde, yaprak gibi organlarının tümünde örtü ve iletim dokusu arasında kalan kısımları dolduran dokudur. Bitkinin metabolik işlevlerinin çoğundan sorumludur. Depo, fotosentez ve destek gibi işlevler için özelleşmiş çeşitli hücreleri içerir. Parankima, kollenkima ve sklerenkima hücreleri temel doku hücrelerindendir.

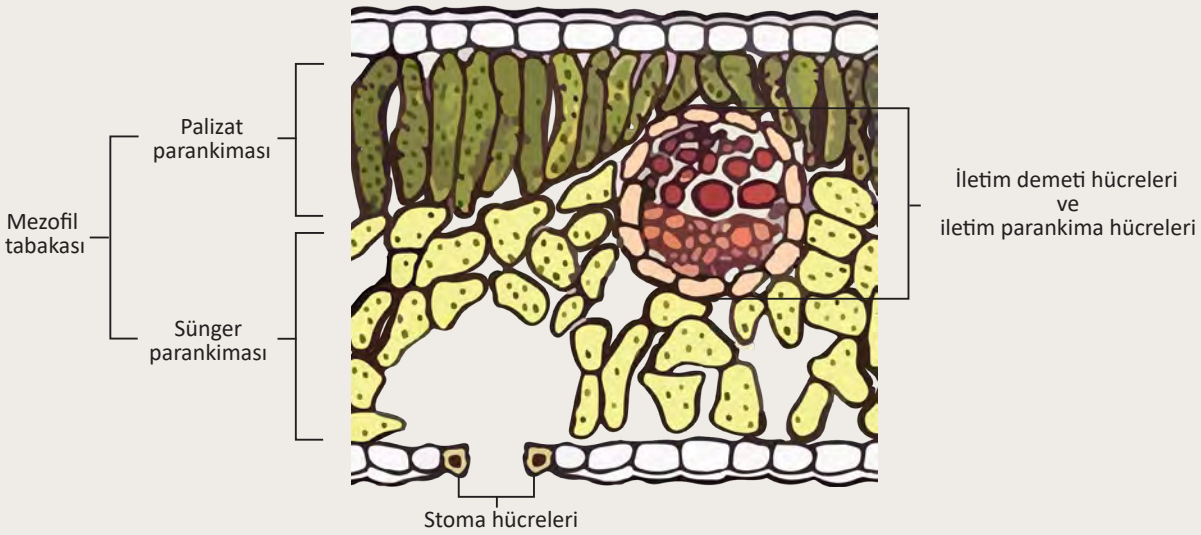
a) Parankima

Parankima, bitkilerde en fazla olan ve tüm organların yapısında bulunan doku çeşididir. İnce çeperli, bol sitoplazmalı hücrelerden oluşur. Parankima hücreleri, tipik bitki hücreleri olarak da bilinir. Parankima hücrelerinin çoğu, belirli koşullar altında bölünerek diğer bitki hücresi tiplerine dönüşebilir. Yaralanma gibi durumlar meydana geldiğinde bölünerek yeni hücreleri oluşturur ve yaralanma bölgelerini onarabilir. Hatta tek bir parankima hücresinden bütün bir bitki oluşturmak da mümkündür.

Bitkinin metabolik işlevlerinin çoğunu gerçekleştiren parankima dokusu, 4 gruptan oluşur. Bunlar; özümleme parankiması, iletim parankiması, havalandırma parankiması ve depo parankimasıdır.

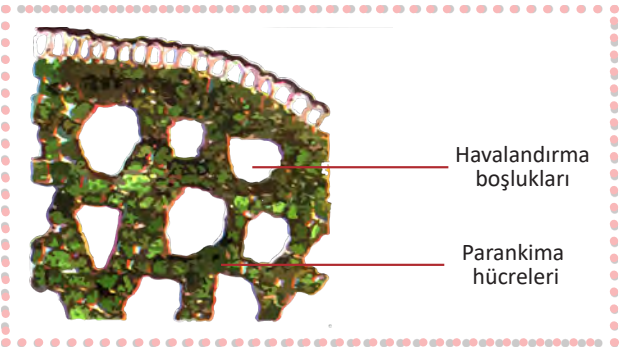
• **Özümleme (Asimilasyon) Parankiması:** Yaprakların mezofil tabakasında ve genç gövdede bulunan özümleme parankiması hücreleri, bol kloroplast taşır. Fotosentez yaparak organik maddelerin sentezlenmesini sağlar. Mezofil tabakası, palizat ve sünger parankimasından meydana gelir (Görsel 3.10).

• **İletim Parankiması:** Gövdedeki iletim dokuları ile bitkinin diğer dokuları arasında madde alışverişini gerçekleştirir (Görsel 3.10). İletim parankiması hücrelerinde kloroplast bulunmaz.



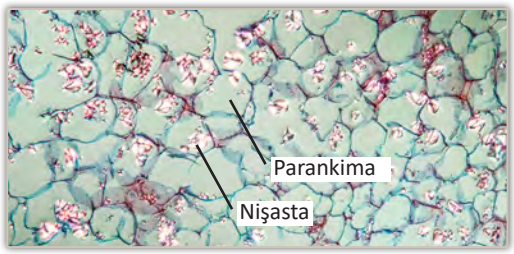
Görsel 3.10: Bazı parankima çeşitlerinin yaprak enine kesitinde gösterimi

• **Havalandırma Parankiması:** Genellikle suda ve bataklıkta yaşayan bitkilerin kök ve gövdelerinde bulunur. Çok sayıda hücreler arası boşluğa sahiptir. Bu boşluklarda hava depo edilir ve bitkinin gaz alışverişinde yine bu boşluklar görev alır (Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Havalandırma parankiması

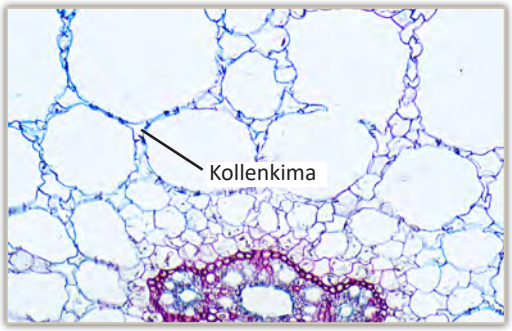
• **Depo Parankiması:** Bitkinin kök, gövde, meyve ve tohum kısımlarında bulunur. Nişasta, yağ, protein vb. besin maddelerini ya da suyu depo eder. Örneğin kaktüsler su depo ederken patates besin (nişasta) depo eder (Görsel 3.12).



Görsel 3.12: Patateste depo parankiması (x400)

b) Kollenkima (Pek Doku)

Canlı bir dokudur. Bitkinin büyümekte olan kısımlarına destek verir. Bitkilerde çiçek ve yaprak saplarında, yaprak damarlarında, genç gövdelerde görülür. Örneğin *Elodea* bitkisinin gövdesinde kollenkima hücreleri vardır (Görsel 3.13). Kıvrılma ve esneme özelliğine sahiptir. Rüzgâr gibi mekanik etkiler oluştuğunda bitkinin kırılmadan bükülmesini sağlayan ve bitkiye destek veren dokudur. Kollenkima, parankima hücrelerinin çeper kalınlığından daha fazla çeper kalınlığına sahiptir. Hücre çeperlerinin kalınlaşmasının sebebi selüloz ve pektin birikmesidir. Çeperlerinde oluşan kalınlaşmalar düzensizdir.



Görsel 3.13: Elodea bitkisinde kollenkima (x400)

c) Sklerenkima (Sert Doku)

Bitkinin büyümeyi tamamlamış, olgunlaşmış organlarında bulunur. İlk oluştuklarında canlı olan sert doku hücreleri, lignin ve selüloz maddelerinin birikmesi ile odunlaşır. Böylece bitkiye destek sağlar. Kollenkima hücrelerine göre çok daha serttir. İletim demeti bulunan bütün bitkilerde lignin bulunur. Sert dokunun olgunlaşan hücreleri uzayamaz ve bitkide uzamanın durduğu kısımlarda yer alır. Destek sağlayabilmek için özelleşen hücrelerinin çoğu cansızdır ve sert çeperleri sayesinde bitkiyi destekleyen bir "iskelet" gibi görev yapar. Sert doku hücrelerinin bazıları sklerenkima lifleri ve taş hücreleridir.

• **Sklerenkima Lifleri:** Bitkide gövde ve meyve kabuğunda, yapraklarda veya tohumlarda bulunabilir. Genellikle gruplar hâlinde sıralanmış olan lifleri vardır. Lifler uzun, ince ve kapalı uçludur. Gerilme ve darbelere karşı dirençlidirler. Bitkiye destek sağlarlar. Bazıları ticari amaçlı kullanılır. Örneğin kenevir lifleri halat yapımında, keten lifleri ise keten dokumada kullanılmaktadır.

• **Taş Hücreleri:** Küçük ve düzensiz şekilli olan taş hücreleri, kalın ve odunlaşmış çeperlere sahiptir. Bitkide tek tek bulunabildiği gibi gruplar hâlinde de bulunabilir. Armut, ayva gibi meyvelerin etli kısımlarında yer alan kumsu dokular, taş hücreleridir (Görsel 3.14). Ayrıca ceviz, fındık gibi sert kabuklu meyvelerin kabuğunda bol miktarda taş hücresi bulunur.

Görsel 3.14: Armutta taş hücre (x400)

1. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Bitkide sert dokunun incelenmesi
ETKİNLİĞİN AMACI : Taş hücrelerini görebilmek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 ders saati
ARAÇ GEREÇ : Armut, lam, lamel, damlalık, saf su, bisturi, ışık mikroskobu

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Armudun etli kısmından bisturi ile küçük bir parça keserek alınız.
2. Lam üzerine yerleştirerek eziniz ve üstüne bir damla su damlatınız.
3. Üzerine lamel kapatınız ve ışık mikroskobunda inceleyiniz.
4. Gördüğünüz şekli çiziniz.

DEĞERLENDİRME

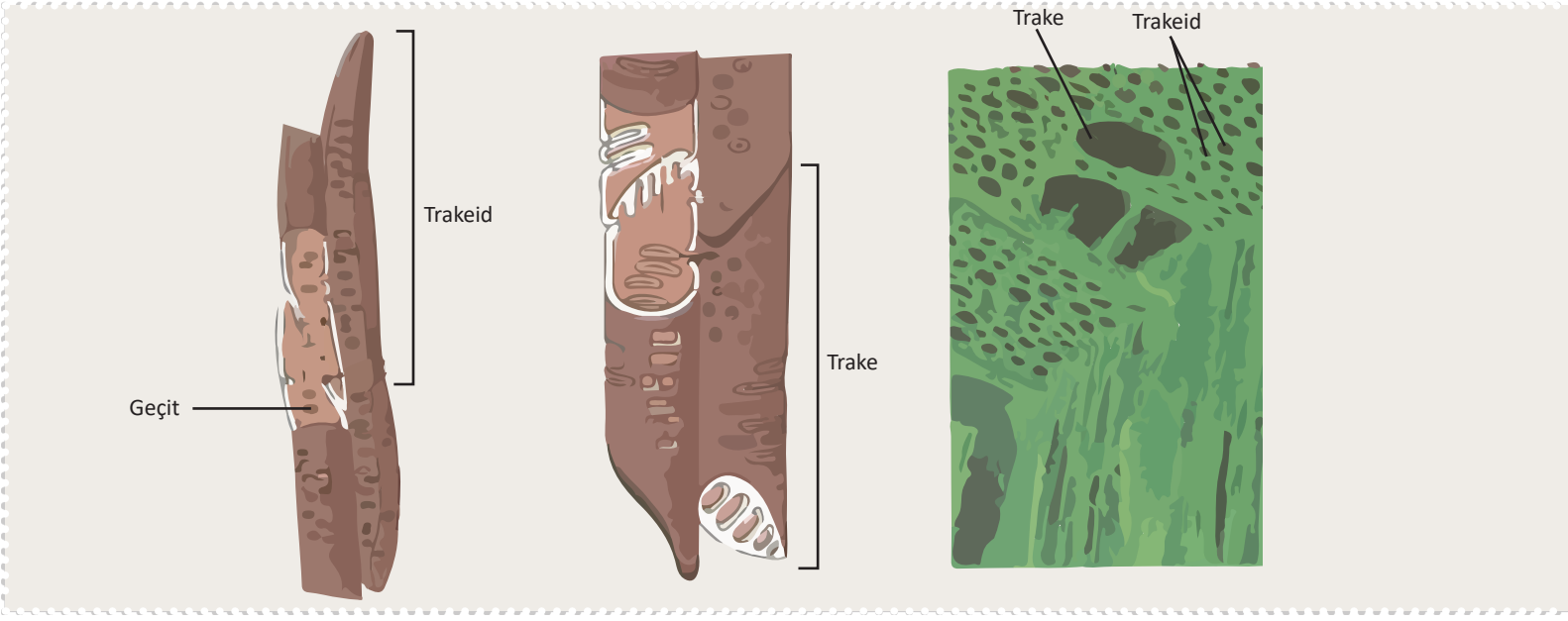
1. Çizdiğiniz taş hücresi şeklinin üzerine kısımlarını yazınız.
2. Taş hücresinin özelliklerini söyleyiniz.

1.1.1.3. İletim Doku

İletim dokusu; kök, gövde, yaprak olmak üzere bitkinin tüm kısımlarına ulaşır ve madde taşınmasını sağlar. Hayvanlarda dolaşım sistemi organlarının yaptığı madde taşınması görevini, bitkilerde iletim dokusu yapar. Su ve suda çözünmüş mineraller; kökten iletim dokusu ile alınarak yaprak, çiçek gibi organlara taşınır. Fotosentez sonucu oluşan organik besinlerin yaprak ve genç gövdelerden bitkinin diğer organlarına iletilmesini de iletim dokusu sağlar. İletim doku, ksilem (odun boruları) ve floem (soymuk boruları) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Ksilem ve floem çeşitli hücre tiplerinden oluşur. Bu hücreler, taşıma veya destek için oldukça özelleşmiştir.

a) Ksilem (Odun Boruları)

Ksilem, topraktan alınan su ve suda çözünmüş minerallerin gövde, yaprak gibi bitkinin üst bölümünde yer alan kısımlarına taşınmasını sağlar. Farklı iki tip hücreden oluşur. Trake ve trakeid denilen bu hücreler, bitkide uzamanın durduğu kısımlarda meydana gelir. Trake ve trakeidlerin hücre çeperleri, lignin birikmesi sonucunda kalınlaşıp sertleşmiştir. Bunlar ölü hücrelerdir (Görsel 3.15). Ksilemde madde taşınması sırasında enerji harcanmaz.



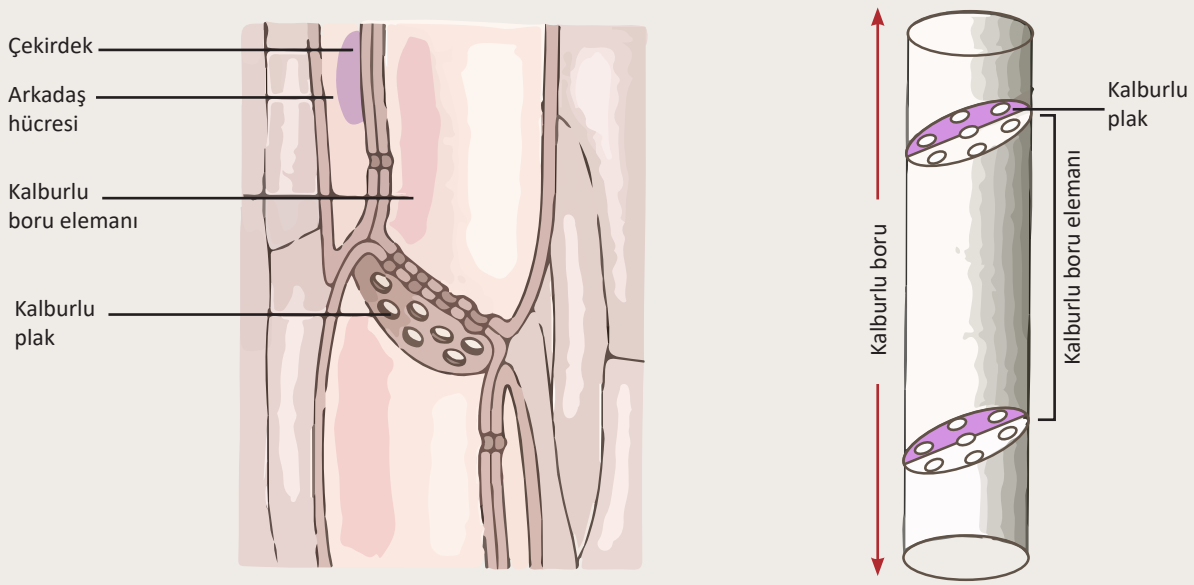
Görsel 3.15: Gövdedeki ksilemde yer alan trake ve trakeid yapısı

Trake ve trakeid hücrelerinin çeperlerinde geçit denilen kalınlaşmamış, yer yer kesintiler olan ince bölgeler oluşur. Su, bir hücreden diğerine geçitlerden geçerek taşınır. Su ve suda çözünmüş maddeler geçitler sayesinde aşağıdan yukarıya doğru ve yanal olarak taşınır. Trakeidler uçları kapalı, uzun ve ince hücrelerdir. Asıl görevi su iletimi olmasına rağmen bitkiye destek sağlama görevini de yapar. Trakeler trakeidlere göre daha geniş, daha kısa ve daha ince çeperlidir. Uç kısımları daha az sivri olan hücrelerdir. Trakelerin uç çeperleri deliklidir ve suyun odun boruları içinde akmasına izin verir.

Ksilem borularının etrafında bulunan ksilem parankima hücreleri çeşitli besin maddelerinin depolanmasında, ksilem sklerenkima hücreleri ise destek sağlamada görev yapar.

b) Floem (Soymuk Boruları)

Floem, bitkide fotosentez ile meydana gelen organik maddelerin bitkinin diğer kısımlarına taşınmasını sağlayan yapıdır. Kalburlu boru elemanları, arkadaş hücreleri, floem parankiması ve floem sklerenkiması olmak üzere dört hücre tipinden oluşur. Floem parankiması besinlerin depo edildiği hücrelerdir. Floem sklerenkiması ise bitkiye destek sağlamada görev yapar. Kalburlu borular ve arkadaş hücreleri, floemin esas görevi olan besin iletimini yapar. Floem hücrelerinde besin maddelerinin taşınması çift yönlüdür. Dal ve yaprakların gövdeye bağlandığı noktalardan yanlara doğru da iletim yapılır. Floemde taşıma ksilemdeki taşımaya göre daha yavaş gerçekleşir (Görsel 3.16).



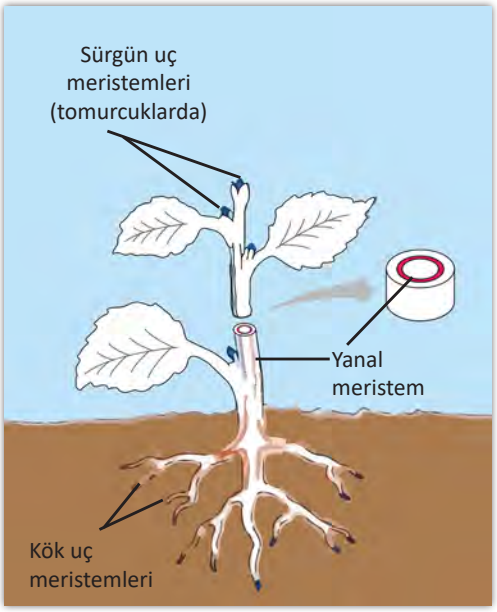
Görsel 3.16: Floemin yapısı

Kalburlu boru elemanları, ince çeperli ve canlı hücrelerdir. İşlevsel olgunluğa eriştiklerinde çekirdeği, ribozomları, belirgin bir kofulları ve hücre iskeletleri bulunmaz. Kalburlu boruların enine çeperleri kalbur şeklini almıştır. Kalbur şeklinde deliklerin bulunduğu ince yüzeye **kalburlu plak** denir. Kalburlu plakta por denilen delikler vardır. Porlar, bir hücreden diğerine sıvı akışını kolaylaştırır. Kalburlu boru elemanları, uç uca eklenerek kalburlu boru denilen boyuna sütun yapısını oluşturur. Arkadaş hücreleri, kalburlu boru elemanının yanında bulunur ve iletime katılmaz. Plazmodezm adı verilen çok sayıda kanalla kalburlu boru elemanına bağlanır. Arkadaş hücresinin çekirdek ve ribozomları sadece arkadaş hücresinde iş görmekle kalmayıp komşu kalburlu boru elemanına da hizmet eder. Bazı bitkilerin yapraklarındaki arkadaş hücreleri, oluşan besin maddelerinin kalburlu boru elemanlarına geçmesine yardım eder. Kalburlu boru elemanları da bu besini bitkinin diğer kısımlarına taşır.

1.1.1.4. Meristem Doku

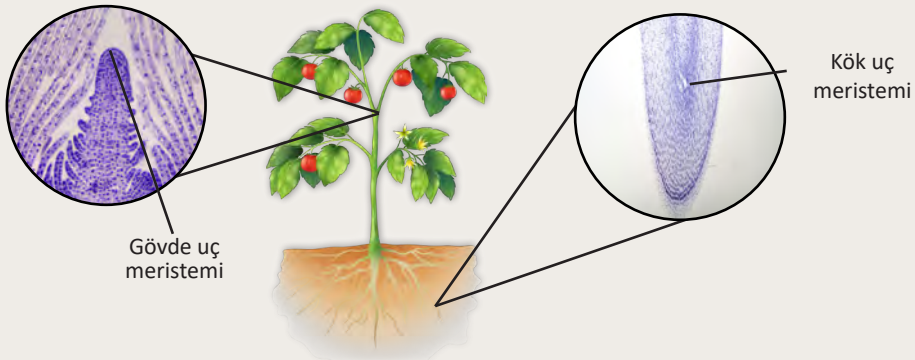
Büyüme olayı, hayvanlarda belirli bir süre gerçekleşirken bitkilerde yaşamlarının sonuna kadar devam edebilir. Bitkilerde büyümeyi, büyüme bölgelerinde bulunan meristem denilen embriyonik dokular sağlar. Bitkilerde embriyodan itibaren bölünme özelliğini koruyan, büyüme bölgelerinde yer alan, belirli bir görevi yapmak üzere farklılaşmamış hücrelerden oluşan dokulara **meristem doku** denir. Meristem doku hücreleri bölünerek yeni hücreler üretir. Meydana gelen yeni hücrelerden bazıları, meristem doku özelliğini devam ettirip aynı yerde kalırken bazıları da bitkinin diğer doku hücrelerine dönüşür. Bu nedenle bitkide bulunan tüm dokuların meristem dokudan köken alıp meydana geldiği söylenebilir.

Bitkiler, ihtiyaç duydukları kaynaklara büyüyerek ulaşmaya çalışır. Köklerinin büyümesini sağlayarak topraktan su ve mineral almaya, gövdelerinin büyümesini sağlayarak da daha fazla güneş ışığı almaya çalışır (Görsel 3.17). Meristem doku hücreleri; büyük çekirdekli, küçük, ince çeperli, az sayıda ve küçük koful bulunduran, bol sitoplazmalı hücrelerdir. Hücrelerinin arasında boşluk bulunmaz. Bitkinin büyüme ve gelişmesinde uç meristem ve yanal meristem görev yapar.



Görsel 3.17: Meristem bölgeleri

Uç Meristem (Apikal Meristem): Bitkinin kök, gövde, dal ucu gibi kısımlarında uç meristem bulunur. Gövdede ve kökte, primer (birincil) büyüme olarak adlandırılan boyca uzamanın meydana gelmesini sağlar (Görsel 3.18). Bu yüzden uç meristemler, primer meristemlerden üretilir. Otsu bitkilerde sadece primer büyüme görülür. Odunsu bitkilerde ise primer büyüme ve sekonder (ikincil) büyüme aynı anda gerçekleşir.

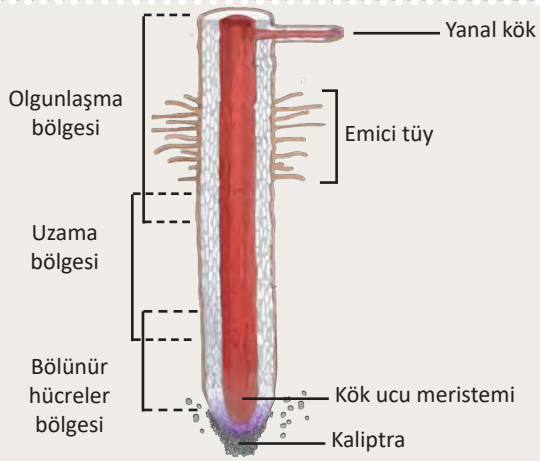


Görsel 3.18: Bitkinin kök ve gövdesinde uç meristem (x400)

Bitkinin kök ucunda bulunan meristem doku hücreleri, kökün uzayarak toprak içinde derinliklere inmesini sağlar. Böylece bitki, kökleriyle daha çok su ve mineral alır. Gövde ucunda yer alan meristem doku hücreleri ise bitkinin gövdesinin uç kısımdan uzamasını sağlar. Böylece yaprak, çiçek gibi organlar oluşur.

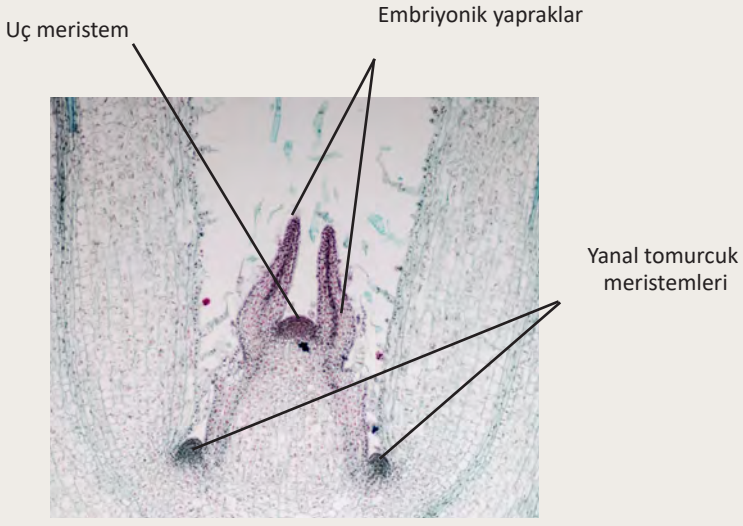
Kök ucu, **kaliptra (kök şapkası)** denilen yapı ile örtülmüştür. Kaliptra, kökün toprak içinde büyümesi sırasında kök ucunu korur. Ayrıca büyümekte olan kök ucu çevresinde toprağı gevşeten kaygan bir madde salgılayarak kökün toprak içinde rahat uzamasını sağlar.

Kökün boyuna kesitinde primer büyüme bölgeleri vardır (Görsel 3.19). Bunlar uçtan yukarı doğru bölünür hücreler bölgesi, uzama bölgesi ve olgunlaşma bölgesidir. Bölünür hücreler bölgesinde kök uç meristemi ve meristemden oluşan hücreler bulunur. Yeni kök hücreleri ve kaliptra hücreleri bu kısımda üretilir. Uzama bölgesi, kök hücreleri uzadıkça büyümenin en fazla görüldüğü bölgedir. Bu bölgedeki hücrelerin uzaması, kökün toprak içinde ilerleyerek derinlere ulaşmasını sağlar. Bu sırada kök uç meristemi, uzama bölgesinin genç ucuna yeni hücreler oluşturmaya devam eder. Olgunlaşma bölgesindeki hücreler, farklılaşmalarını tamamlayarak değişik hücre tiplerine dönüşür. Böylece kökte örtü doku, temel doku ve iletim doku yapılarının oluşmasını sağlar.



Görsel 3.19: Kökün boyuna kesiti

Gövde ucu meristemi ise bitkide gövde ve dal uçlarında bulunur (Görsel 3.20). Tümsek şeklinde bir yapıdır. Bitkinin boyca uzamasını sağlayan gövde ucu meristemi, koruyucu embriyonik yapraklar ile sarılmıştır. Uç meristem, bu yapraklar sayesinde korunur.

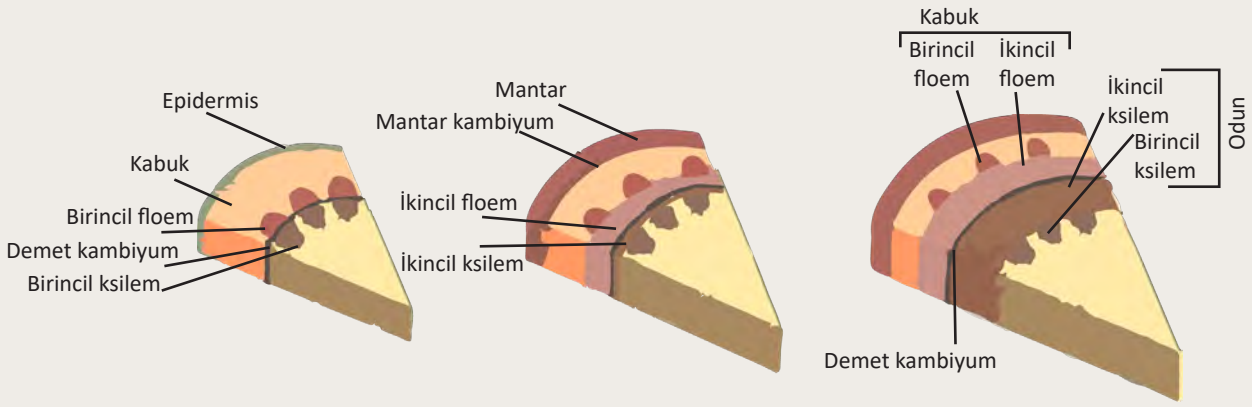


Görsel 3.20: Gövde ucu meristemi (x400)

Yanal Meristem (Lateral Meristem): Odunsu bitkilerin gövde ve köklerinde boyca uzamanın durduğu kısımlarda enine büyüme görülür. **Sekonder büyüme** olarak bilinen ve bitkinin kalınlaşmasını sağlayan bu büyümeyi, yanal meristemler sağlar. Yapraklarda sekonder büyüme nadiren görülür.

Yanal meristemler; **demet (damar = vasküler) kambiyumu** ve **mantar kambiyumu** şeklinde bulunur. Demet kambiyumu bitkinin enine büyümesini sağlar. Mantar kambiyumu ise gövdeyi dıştan örterek koruyuculuk yapar. Demet kambiyumu, enine kalınlaşmayı sağlar ve demet sayısını artırır. Sürgüne destek verir. İletim doku elemanlarının (ksilem ve floem) oluşmasını sağlar.

Bitkinin embriyonik gelişimi sırasında demet kambiyumu, iletim demetlerinin içinde yer alır. Birincil floem ile birincil ksilem arasında uzanan tek bir hücre tabakası şeklinde bulunur. Demet kambiyum hücreleri bölündüğünde kök ve gövdenin kalınlığı artar. Bölünmeler gerçekleşirken içeriye doğru olan kısımda ikincil ksilem, dışarıya doğru olan kısımda da ikincil floem meydana gelir. Böylece enine kalınlaşma oluşur (Görsel 3.21). Yıllar süren bu olay sonucunda ikincil ksilemin tabakaları, üst üste birikerek **odun** denilen dokuyu meydana getirir.



Görsel 3.21: Gövdenin enine kalınlaşması

Ilıman bölgelerde yaşayan ağaçlarda büyüme, genelde ilkbaharda başlar ve sonbaharda durur. Bu döneme **büyüme mevsimi** denir. İlkbahar ve sonbahar odunları büyüme mevsiminde oluşur ve bitkinin enine kalınlaşmasını sağlar. Ağaçlarda enine kalınlaşma ile birlikte **yaş halkaları** meydana gelir. İlkbahar mevsiminde oluşan odun hücreleri büyük, çeperleri incedir. Oluşan yaş halkaları ise açık renkli ve geniştir. Bu oluşum **ilkbahar odununu (erken odun)** meydana getirir. Yaz aylarının sonlarına doğru su azaldığı için bitkinin gelişmesi yavaşlar. Küçük, kalın çeperli, ince hücreli ve koyu renkli **sonbahar odunu (geç odun)** denilen halka meydana gelir (Görsel 3.22). Sonuçta her yıl, bir kısmı açık, diğer kısmı koyu renk olan yaş halkası oluşur. Böylece bitkinin enine kalınlaşması da gerçekleşmiş olur. Bir ağacın yaşı, halkaların sayılmasıyla bulunur.

Görsel 3.22: Yaş halkalarındaki ilkbahar (açık renkli halkalar) ve sonbahar odunları (koyu renkli halkalar)

Mantar kambiyumu, sert ve kalın bir örtü oluşturur. Sekonder floemin dış kısmında yer alarak mantar hücrelerini üretir. Mumsu madde içeren hücrelerden oluşan bu yapı sertleşerek ölür. Bu ölü hücreler, sekonder büyüme sırasında koruyucu olan mantar dokunun oluşmasını sağlar. Mantar doku; ağaçların dış kısmında yer alır ve gövdeyi su kaybına, böcek, bakteri ve mantar saldırılarına karşı korur (Görsel 3.23).

Görsel 3.23: Mantar doku

1.1.2. Bitkisel Organlar

Bitkiler üç temel organa sahiptir. Bunlar kök, gövde ve yapraklardır. Gövde ve yapraklar bitkinin sürgün sistemi içinde, kök ise bitkinin kök sistemi içinde yer alır.

1.1.2.1. Kök

Kök, genellikle bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Kökün temel görevleri; toprağa bitkiyi bağlamak, topraktan su ve mineralleri alarak bitkinin diğer kısımlarına taşınmasını sağlamak, besin maddelerini depolamak ve bazı bitki hormonlarını sentezlemektir.

Bitkilerde başlıca iki tip kök sistemi bulunur. Bunlar kazık kök ve saçak kök sistemidir (Görsel 3.24). **Kazık kök** yapısında tek bir ana kök, dikey yönde çok iyi gelişmiştir. Ana kökten çıkan çok sayıda ve az gelişmiş olan yan kökler bulunur. Kazık kök; çam, söğüt, gül, havuç, şeker pancarı, sardunya, lahana, bakla, gelincik, düğün çiçeği, papatya, bamya, fasulye vb. bitkilerde bulunur (Görsel 3.25). Havuç, şeker pancarı vb. bitkilerin köklerinde besin depo edilir. Bu nedenle depo kazık kök olarak isimlendirilir. **Saçak kök** yapısında ise ana kök gelişmemiştir. Dallanmış çok sayıda ince, uzun kökler bulunur. Saçak kök, genelde toprak yüzeyine yakın yerlerde bulunur. Toprağa iyice yayılarak bitkinin sıkıca tutunmasını sağlar. Örneğin çim bitkisinin saçak kök sistemi, toprağı sıkıca tutarak erozyona karşı koruma sağlar. Soğan, pırasa, buğday, arpa, yulaf, mısır bitkilerinin kökleri saçak köke örnektir (Görsel 3.26).

Görsel 3.24: Kök çeşitleri
a) saçak kök b) kazık kök

Görsel 3.25: Havuçta kazık kök

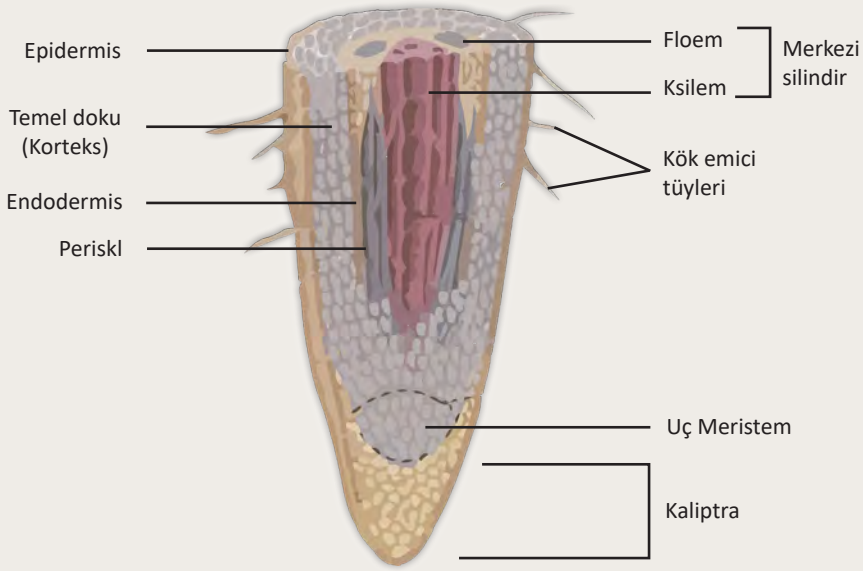
Bitkilerin kök ucuna yakın kısımlarında **kök emici tüyü** denilen yapılar bulunur. Kök emici tüyleri, kök yüzeyindeki bazı epidermis hücrelerinin dışarıya doğru tüp şeklinde oluşturduğu sitoplazma uzantılarıdır. Bitkinin kök yüzey alanını arttırarak su ve minerallerin emilmesini sağlar. Ayrıca topraktan emilen suyun mineral içeriğini kontrol edip zararlı olanların hücreye girişini engeller.

Bir bitkinin kökünün boyuna kesitine bakıldığında kökü en dıştan saran örtü dokusu epidermistir. Epidermis ile merkezî silindir arasında kalan bölgede temel doku bulunur. Temel dokuda parankima hücreleri yer alır. Temel doku ile merkezî silindir arasında tek sıra olan ve temel dokunun en iç tabakasını oluşturan yerde endodermis bulunur. Endodermis, minerallerin iletim dokusuna seçilerek geçişini kontrol eder. Kökün merkezî kısmında ise ksilem ve floemden oluşmuş merkezî silindir bulunur.

Görsel 3.26: Pırasada saçak kök

Merkezî silindirde ksilem ve floem dışında, endodermisin iç tarafında periskl denilen bir yapı bulunur (Görsel 3.27). Periskl, meristematik özellik taşıyan, tekrar bölünebilen hücrelerden oluşmuştur ve yan kök oluşumunu sağlar. Periskl, lateral meristemin oluşmasında ve topraktan su ile alınan iyonların odun borularına taşınmasında görevlidir.

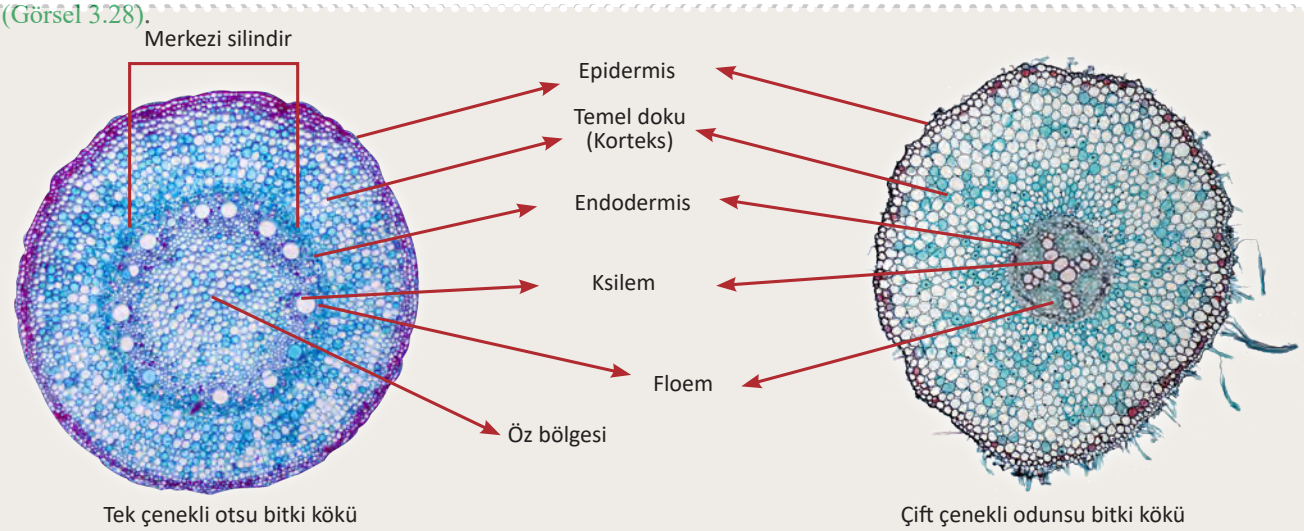
Kök ucunda bulunan uç meristem kökün boyuna uzamasını sağlar. Uzama bölgesinin sonunda kaliptra bulunur (Görsel 3.27).



Görsel 3.27: Kökün boyuna kesiti

Bitkinin kökünden enine kesit alındığında dıştan içe doğru üç kısım görülür: En dışta örtü doku olan epidermis tabakası bulunur. Orta kısımda temel doku bulunur. Parankima hücrelerinden oluşur ve korteks adını alır. Korteksin en iç bölümündeki hücreler endodermis tabakasını meydana getirir. Endodermisin altında iletim doku elemanları olan ksilem ve floemin bulunduğu merkezi silindir vardır.

İletim dokunun merkezî silindirdeki dizilişi tek ve çift çenekli bitkilerde farklıdır. Tek çenekli bitkilerde kökün ortasında öz bölgesi bulunur. Ksilem ve floem bu öz bölgesinin etrafına dizilmişlerdir. Tek çenekli bitkilerde enine kalınlaşmayı sağlayan demet kambiyum yapısı yoktur. Buna **kapalı iletim demeti** denir. Çift çenekli bitkilerde ise ksilem kökün merkezinde yıldız şeklinde bulunur. Floem, ksilemin yıldız şeklindeki kolları arasında yer alır. Ksilem ve floem arasında enine kalınlaşmayı sağlayan demet kambiyum yapısı bulunur. Buna da **açık iletim demeti** denir (Görsel 3.28).



Görsel 3.28: Tek çenekli bitki kökü ve çift çenekli bitki kökünün bölümleri (x400)

2. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Kök yapısının incelenmesi
ETKİNLİĞİN AMACI : Kökte bulunan dokuları kavramak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 ders saati
ARAÇ GEREÇ : Havuç, lam, lamel, damlalık, saf su, bisturi, ışık mikroskobu

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Havuçtan bisturi ile ince bir enine kesit alınız.
2. Alınan kesiti lamın ortasına koyunuz ve kesitin üzerine bir damla su damlatınız.
3. Üstüne lamel kapatınız.
4. Hazırlanan preparatı ışık mikroskobunda inceleyiniz.
5. Gördüğünüz şekli çiziniz.

DEĞERLENDİRME

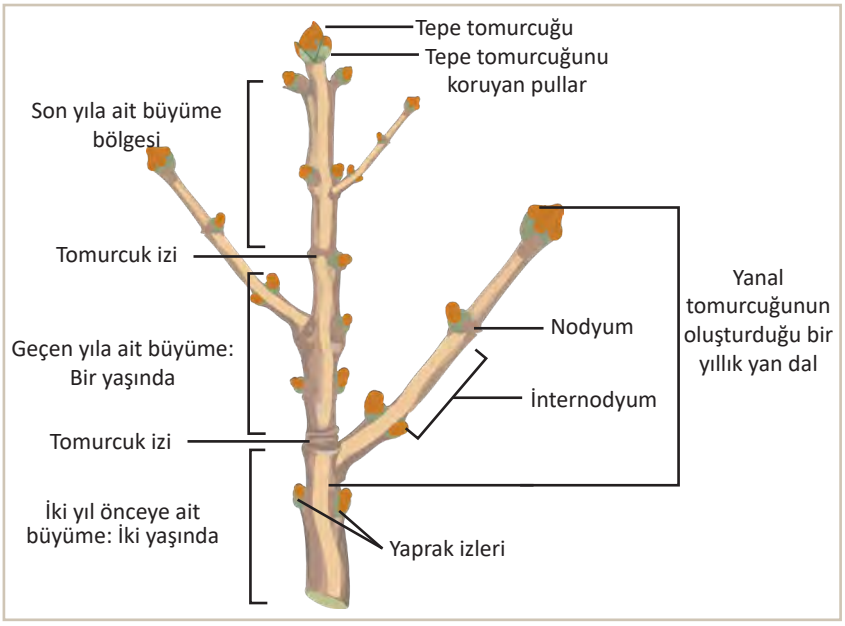
1. Çizdiğiniz şekli inceleyiniz ve kök enine kesitinin resmi ile karşılaştırınız.
2. Hangi dokuları görebildiniz?

1.1.2.2. Gövde

Gövde, kök ile yaprak arasında kalan sürgün sistemi bölümüdür. Görevleri; yaprak, çiçek, yan dallar vb. kısımları taşımak, kökler ile alınan su ve minerallerin en uçtaki yapraklara kadar iletilmesini sağlamak ve fotosentez sonucu sentezlenen besini bitkinin diğer organlarına iletmektir. İletim demetleri gövdede iyi gelişmiştir. Yapraklarla beraber genç bitkilerin klorofil taşıyan gövdeleri de fotosentez yapar. Ayrıca bazı bitkilerin gövdeleri depolama, tırmanma, eşeysiz üreme vb. görevleri yapabilmek için özelleşmiştir.

Gövdenin boyca büyümesi ve yeni dokuların oluşması, tepe tomurcuğundaki uç meristemin bölünmesi ile gerçekleşir. Tepe tomurcuğunu koruyucu pullar kuşatmıştır. Mevsim koşullarının uygun olduğu ilkbaharda tepe tomurcuğunu koruyan pullar dökülür ve bitkide boyca uzama başlar. Bitkinin boyca uzaması, güneş ışığından daha çok yararlanmasını sağlar.

Bitkinin gövdesi üzerinde yaprağın çıktığı yere **nodyum (düğüm)** denir. İki nodyum arasında kalan bölgeye de **internodyum (düğümler arası bölge)** denir. Her bir yaprağın gövdeye bağlandığı, bir açı oluşturan bölgede bir **yanal tomurcuk (koltukaltı tomurcuğu)** bulunur. Yanal tomurcuklar, nodyumlar üzerinde oluşan tomurcuklardır ve yanal sürgün oluşturabilen yapıdır. Yanal tomurcukta bulunan meristemlerin bölünmesiyle gövdede yaprak taşıyan yapılar oluşur. Bu yanal sürgün yapısı dal olarak isimlendirilir: Sonbahar başlarında, nodyumda bulunan yapraklar dökülür ve burada bir iz oluşur. Bu, yaprak izidir. Tepe tomurcuğu, bir yıl büyüdükten sonra koruyucu pullarla yeniden kaplanır. Bu oluşan pulların izleri, tomurcuk izi olarak halkalar şeklinde gözlenebilir. İki tomurcuk izi arasındaki boyca uzama bölgesi bir yıllık boyuna uzama bölgesini oluşturur (Görsel 3.29).



Görsel 3.29: Gövdede bulunan yapılar ve büyüme noktaları

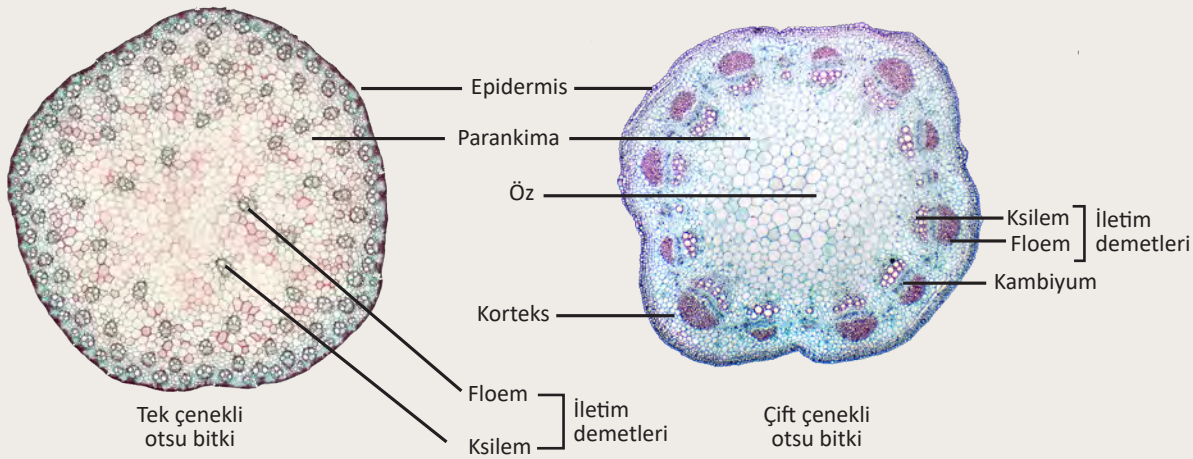
Bitki sürgün ucunun zarar görmesi durumunda yanal tomurcuklar büyümeye başlar. Büyüme sonucunda yanal sürgün yapısı olan yeni bir dal oluşur. Budanmış ağaç, çalı ve üst kısımları koparılmış ev bitkilerinin boyca uzamayıp çalımsı görünüm almasının nedeni budur.

Genel olarak iki tip gövde vardır. Bunlar otsu gövde ve odunsu gövdedir. Otsu gövdeler; odun ve kabuk bulundurmayan tek yıllık bitkilerdir. Bu gövdelerde büyüme sadece boyuna gerçekleşir. Tek çenekli bitkiler ile bazı çift çenekli bitkiler, otsu gövde yapısındadır. Buğday, lale, zambak, mısır, çim otsu gövde yapısına sahip bitkilerdir (Görsel 3.30). Odunsu gövdeler ise kalın yapılıdır ve koruyucu bir kabuk bulundurur. Çift çeneklilerin çoğunda odunsu gövde vardır. Odunsu gövdeli bitkilerde hem enine hem de boyuna büyüme görülür. Enine büyüme sonucunda gövdede yaş halkaları meydana gelir. Ağaçlar odunsu gövdeye sahip bitkilere örnektir (Görsel 3.31).

İletim demetlerinin gövdedeki durumuna göre tek çenekli ve çift çenekli bitkilerde farklılıklar bulunur. Tek çenekli bitkilerin gövdesinde iletim demetleri dağınık hâldedir. Kambiyum yapısı bulunmayan bu bitkiler enine büyüyemezler. Korteks ve öz bölümleri de bulunmaz. Çift çenekli bitkilerin gövdesinde ise iletim demeti kambiyum etrafında düzenli olarak sıralanmıştır. Kambiyumun dış kısmında floem, iç kısmında ise ksilem bulunur. Kambiyum enine büyümeyi sağlar. Çift çeneklilerde korteks ve öz bölgesi bulunur (Görsel 3.32).

Görsel 3.30: Buğdaygillerde otsu gövdeler

Görsel 3.31: Çamgillerde odunsu gövdeler



Görsel 3.32: Gövde enine kesiti (x400)

3. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Gövde yapısının incelenmesi
ETKİNLİĞİN AMACI : Gövdede bulunan dokuları kavramak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 ders saati
ARAÇ GEREÇ : Sardunya bitkisinin gövdesi, lam, lamel, damlalık, saf su, bisturi, ışık mikroskobu

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Sardunyanın gövdesinden bisturi ile enine kesit alınız.
2. Aldığınız kesiti lam üzerine koyunuz ve üstüne bir damla su damlatıp lamel ile kapatınız.
3. Hazırlanan preparatı mikroskopta inceleyiniz.
4. Gördüğünüz şekli çiziniz.

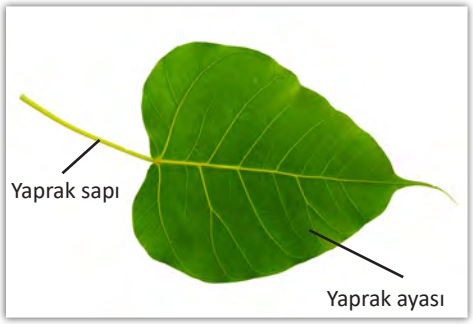
DEĞERLENDİRME

1. Çizdiğiniz şekilde hangi dokular olduğunu söyleyiniz.
2. Gördüğünüz dokuların görevlerini söyleyiniz.

1.1.2.3. Yaprak

Bitkinin sürgün sistemi içinde yer alan yaprak; fotosentez, gaz alışverişi ve terlemeyi sağlayan bitki organıdır. Bazı türlerde yapraklar; bitkinin destek, koruma, depolama gibi işlevler görmesini de sağlar. Bitkilerde yaprağın şekli ve büyüklüğü farklılık gösterir. Yapraklardaki bu farklılık bitkinin kalıtsal yapısı ve yaşadığı yere uyumu sonucunda oluşmuştur. Bazı çok yıllık bitkilerde yapraklar sonbaharda dökülür.

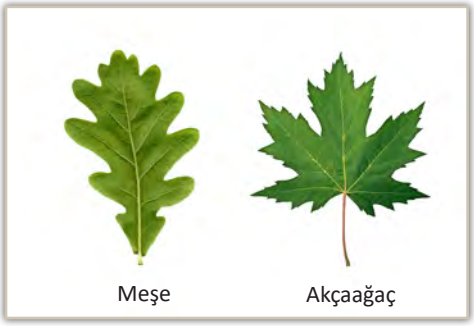
Sararmış yaprağın dökülmesi ile bitkide boşaltım olayı da gerçekleşmiş olur. Yaprak, bitkide uç meristemin yanındaki çıkıntının gelişmesiyle oluşan organdır. Yaprak, yaprak sapı ve yaprak ayası olmak üzere iki kısımdan oluşur (Görsel 3.33).



Görsel 3.33: Yaprak kısımları

Yaprak sapı, yaprağı gövdedeki nodyuma bağlar. Gövdeden gelen iletim demetlerinin yaprağa geçişini ve yaprakların ışıktan en iyi şekilde faydalanmasını sağlar. Çift çenekli bitkilerde genellikle yaprak sapı bulunur.Arpa, buğday vb. tek çenekli bitki türlerinde yaprak sapı bulunmaz ve bu bitkilerde yaprak ayası doğrudan gövdeye bağlıdır.

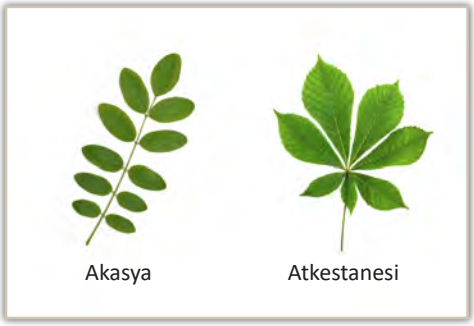
Yaprak ayası, yaprağın yassılaşmış ince ve yeşil kısmıdır. Fotosentezin en çok meydana geldiği yerdir. Yaprak ayasının büyüklüğü arttıkça güneş ışığı daha fazla tutulur ve daha fazla terleme meydana gelir. Terlemenin çok olması, bitkide su kaybını arttırır. Bu nedenle bitkinin yaşadığı ortam kurak ise yaprak ayası küçük, nemli ise yaprak ayası büyüktür.



Görsel 3.34: Basit yaprak örnekleri

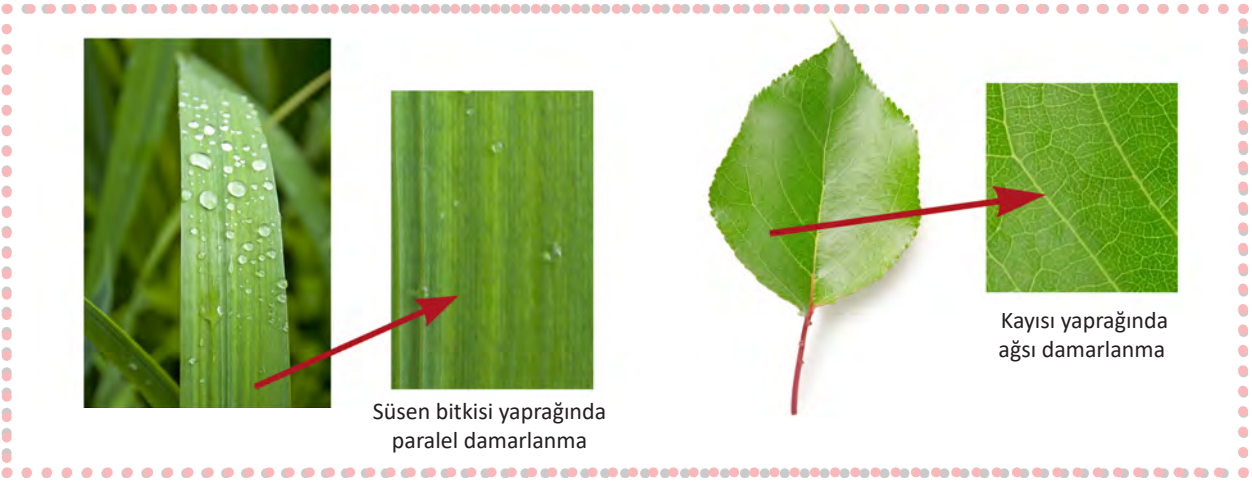
Farklı bitki türlerinde farklı yaprak şekilleri vardır. Yaprak, parçalanmamış tek bir yaprak ayasından oluşursa **basit yaprak** (Görsel 3.34), iki veya daha fazla sayıda küçük yaprakçıktan oluşursa **bileşik yaprak** adını alır (Görsel 3.35).

İletim demetleri, yaprak ayası içinde çeşitli şekillerde dallanarak yaprak damarlarını oluşturur. Tek çenekli ve çift çenekli bitkilerin yapraklarındaki damarlar farklılık gösterir. Tek çenekli bitkilerin yapraklarında paralel damarlanma görülür. Bu damarlanma yaprak ayası boyunca uzanan ve aynı kalınlıkta olan paralel damarlar şeklindedir.



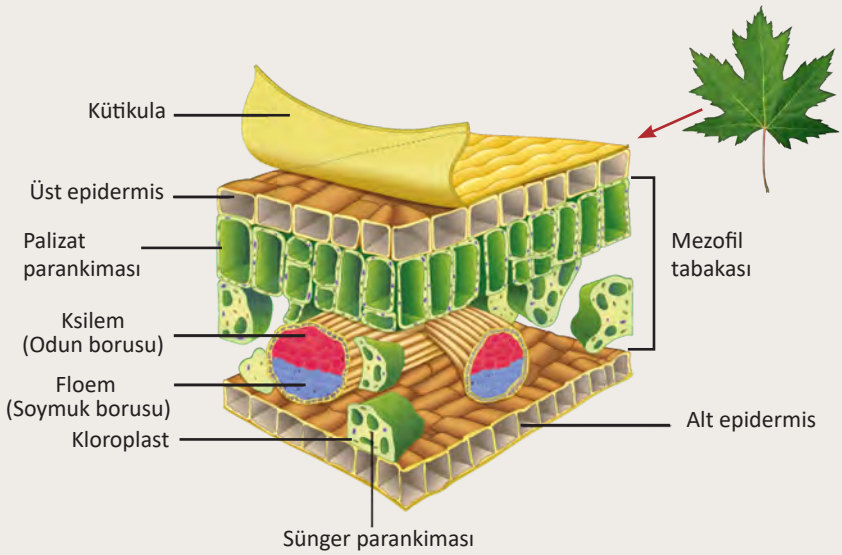
Görsel 3.35: Bileşik yaprak örnekleri

Çift çenekli bitkilerde ise ağsı damarlanma görülür. Bu damarlanma, kalın ana damardan çıkıp çok fazla dallanarak ince kollara ayrılmış damarlar şeklindedir (Görsel 3.36).



Görsel 3.36: Yapraklarda damarlanma çeşitleri

Yaprağın enine kesiti alındığında üç doku sistemi görülür. Bunlar örtü doku, temel doku ve iletim dokudur (Görsel 3.37).



Görsel 3.37: Yaprağın enine kesiti

Örtü Doku: Yaprağın alt ve üst yüzeyini örten koruyucu dokudur. Örtü doku epidermis hücrelerinden oluşur. Tek sıralı hücrelerden oluşan bu hücrelerde klorofil bulunmaz. Bu nedenle fotosentez yapmaz. Epidermis üzerinde kütikula tabakası bulunur. Bitkinin su kaybını engelleyen kütikula tabakasının kalınlığı, yaşadığı yere göre değişmektedir. Kurak bölgelerde yaşayan bitkilerde kütikula tabakası kalın, nemli bölgelerde yaşayan bitkilerde ise kütikula tabakası incedir. Kütikula şeffaf yapıda olduğu için güneş ışığının geçmesini engellemez. Epidermis hücreleri arasında gaz alışverişini ve terlemeyi sağlayan stoma hücreleri bulunur.

Temel Doku: Üst ve alt epidermis arasında kalan bölümdür. Bu bölüme mezofil tabakası adı verilir. Mezofil tabakasında kloroplast bulunduran parankima hücreleri yer alır. Fotosentez yapan parankima hücreleri, palizat parankiması ve sünger parankiması olarak iki çeşittir. Üst epidermisin altında hücreleri uzun ve silindir şeklinde olan palizat parankiması yer alır. Hücreler arasında boşluk bulunmayan parankima hücrelerinde bol miktarda kloroplast bulunur. Fotosentezin en yoğun gerçekleştiği yerdir. Sünger parankiması ise palizat parankimasının alt bölümünde bulunur. Hücreleri düzensiz şekillidir ve hücreler arasında geniş boşluklar vardır. Kloroplast miktarı, palizat parankimasından daha azdır. Mezofil tabakasında iletim demetlerinin devamı olan damar yapısı yer alır.

İletim Dokusu (Odun ve Soymuk Boruları): Yaprakta mezofil tabakası içinde yer alır. Su ve besin taşınmasını sağlayan damar yapısıdır. Su taşıyan odun boruları üst epidermise, besin taşıyan soymuk boruları ise alt epidermise bakacak şekilde bulunur. Soymuk boruları fotosentez yapan hücrelere yakın yerde bulunur.

4. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Yaprak yapısının incelenmesi
ETKİNLİĞİN AMACI : Yaprağın enine kesitinde yer alan yapılarını kavramak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 2 ders saati
ARAÇ GEREÇ : Kauçuk bitkisinin yaprağı, lam, lamel, damlalık, saf su, bisturi, ışık mikroskobu

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Kauçuk yaprağından bisturi ile enine kesit alınız.
2. Aldığınız kesiti lam üstüne yerleştiriniz, üstüne su damlatınız ve lamel ile kapatınız.
3. Mikroskopta inceleyiniz ve gördüğünüz şekli çiziniz.

DEĞERLENDİRME

1. Çizdiğiniz şekilde hangi dokuları gördünüz? İsimlerini söyleyiniz.
2. Kütikula tabakasının kalınlığı nasıldır? Sebebini söyleyiniz.

Kök, Gövde ve Yapraklarından Yararlanılan Bitkiler

Günlük hayatı kolaylaştırmak için bitkilerin kök, gövde, yaprak vb. kısımları birçok alanda yaygın olarak kullanılır. Havuç, turp, kereviz gibi bitki kökleri besin olarak tüketilir. Orkide bitkisinin kökünden elde edilen salep; içecek ve dondurma yapımında kullanılır. Meyan bitkisinin kökü, tatlı ve şerbet yapımında, ayrıca göğüs yumuşatıcı, balgam söktürücü olması özelliği ile de bronşit tedavisinde kullanılır. Zencefil kökü, mide bulantısını önlemede etkilidir. Şeker pancarı kökünden şeker üretilir.

Pırasa, taze soğan, taze sarımsak, semizotu, patates, yer elması gibi bitkilerin gövdeleri, besin olarak tüketilir. Patates bitkisinin yumru gövdesinden nişasta elde edilir. İlaç ve kozmetik ürün yapımında kullanılan sığla yağı ve baharat olarak kullanılan tarçın bitkilerin gövdesinden elde edilir. Söğüt ağacının kabuğundan gaz giderici, ateş düşürücü ilaçlar üretilir. Çam ağacının gövdesi solunum ve idrar yolu iltihaplarının tedavisinde kullanılır. Çam sakızı ise yakı yapımında kullanılır. Çam, kavak, ceviz, köknar gibi uzun boylu ve dayanıklı bitki gövdelerinden kereste elde edilir. Kauçuk ağacı, çam vb. reçineli bitkilerin gövdelerinden; cila, vernik, sabun ve dezenfektan madde üretiminde yararlanılır. Günümüzde kullandığımız keten gibi bazı kumaşlar, keten ve kenevir bitkilerinin gövde liflerinden elde edilir.

Ispanak, lahana, dereotu, tere, marul, semizotu, pazı, asma, ebegümeci, nane vb. bitkilerin yaprakları besin olarak tüketilir. Defne yaprağı, nane, kekik vb. aromatik özellik taşıyan bitkilerin yaprakları baharat olarak kullanılır. Kuru soğanın katmanlı beyaz kısmı yapraktır ve besin olarak tüketilir. Dıştaki kurumuş yaprakları ise boya yapımında kullanılır. İçecek olarak kullanılan çay, bitkinin yaprağından elde edilir. Zeytin yaprakları, kan şekerinin düşürülmesinde; nane yaprakları ise bulantı gidermede ve iştah açıcı olarak kullanılır. Kekik yaprakları; mide ve bağırsak gibi sindirim yolu hastalıkları ile bronşit, boğmaca ve öksürük gibi solunum yolu hastalıklarının tedavisinde ilaç olarak kullanılır. Adaçayı yaprakları da kekik gibi boğaz ağrısı ve solunum yolu hastalıklarına iyi gelir. Kına bitkisinin yaprakları boya yapımında kullanılır. *Aleo vera* (Aleo vera) bitkisinin yaprağı, içeriğindeki aromatik ve uçucu yağlardan dolayı cilt bakım ürünleri ve parfüm üretiminde kullanılır.

ARAŞTIRINIZ

Çevrenizde gördüğünüz çeşitli bitkilerin fotoğraflarını çekiniz. Çektiğiniz fotoğrafları EBA'da paylaşınız.

1.2. Bitkisel Hormonlar

Çok hücreli organizmalarda özel hücrelerde üretilip daha sonra diğer kısımlara taşınan ve orada hedef hücrelerin ve dokuların büyüme, gelişme ve metabolik işlevlerini etkileyen organik bileşiklere **hormon** denir. Hormonlar bitkilerin büyüme ve gelişim süreçlerinde etkilidir. Çalışma mekanizmaları hayvansal hormonlar gibidir. Hormonlar, en uygun etkinliklerini, optimum (en uygun) miktarlara ulaştıklarında gösterirler. Optimum değerin altında veya üzerindeki hormon miktarı, bitkide bazı anormalliklere neden olur.

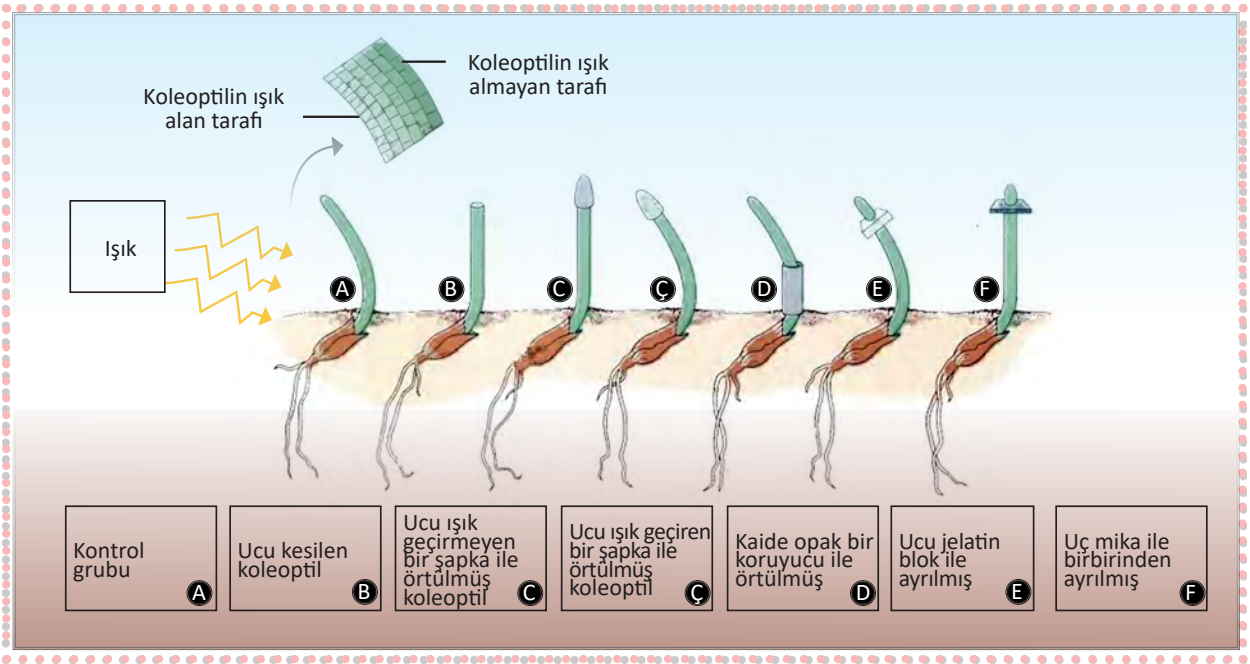
Bitki hormonları, aktif büyüme gösteren kök ve gövde uçlarında, tohumlarda, meyvelerde ve genç yapraklardaki hücrelerde üretilir. Hormonlar; genellikle hücre bölünmesinde, büyümede, üremede, farklılaşmada, gelişmede, vücuttaki su ve mineral dengesinin düzenlenmesinde görev alır.

Başlıca bitkisel hormonlar oksinler, giberellinler, sitokinin, absisik asit ve etilen'dir.

Oksin Hormonu

Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi etkileyen en önemli hormondur. Gövde uç meristemi, kök ucu meristemi, genç yapraklar ve meyve gibi büyüme bölgelerindeki hücreler tarafından sentezlenir. Oksin hormonu; hücrelerde bölünme, büyüme ve farklılaşma olaylarını kontrol eder. Doğrudan ışık almayan bitki kısımlarında daha fazla sentezlenir. Bu durum, bitkide asimetrik büyümeye neden olduğundan yönelim olayına da sebep olur. Meyve vermede etkilidir, döllenmiş çiçeğin dökülmesini engeller. Bu hormon, bitkinin tepe tomurcuğunun gelişmesini sağlarken yan tomurcukların gelişmesini de engeller. Bitkinin köklenmesi ve köklerin farklılaşmasında rolü vardır. İletim dokusunun farklılaşmasını uyarır. Doku kültüründen yeni bitkilerin oluşmasında önemli rol oynar.

Oksin hormonunun etkileri, çimen bitkisi üzerinde yapılan deneylerde gözlenmiştir. Çimen fidelerinin toprak üstünde kalan bitki sürgününün açılmamış olan yaprağını saran silindir biçimindeki kılıfa **koleoptil** adı verilir. Çimen bitkisinde yapılan deneylerde koleoptil ucu kesildiğinde ya da ışık geçirmeyen bir başlık ile kapatıldığında ışığa yönelim olmadığı gözlemlenmiştir. Koleoptil ucu ışığı geçiren bir başlık ile kapatıldığında ya da ucu açık bırakılarak koleoptilin diğer kısımları ışık geçirmeyen siyah bir örtü ile kapatıldığında ışığa doğru yönelim olduğu saptanmıştır. Işığın algılanmasından koleoptil ucunun sorumlu olduğu ve uç kısımdan kıvrımın oluşacağı alt kısımlara bazı sinyallerin gönderildiği sonucu çıkmıştır. Ancak daha sonra bu konu ile ilgili olarak yapılan deneyler, koleoptilin kıvrılmasında uçtan belirli uzaklıktaki hücrelerin de etkili olduğunu göstermiştir. Koleoptilin ucu, hücreler arasındaki teması kesen fakat kimyasalların geçişine izin veren jelatin bir blokla diğer kısımlardan ayrıldığında, bu fidelerin ışığa doğru kıvrıldığı görülmüştür. Buna karşılık uç, koleoptilin alt kısmından geçirimsiz bir madde (mika) ile ayrıldığında ışığa yönelmenin gerçekleşmediği görülmüştür (Görsel 3.38). Işığın tek yönden geldiği durumlarda gövdenin ışık almayan tarafındaki hücreler su tutarak hacimsel büyümeyi sağlar. Bu hücreler aynı zamanda mitoz bölünme yaparak hücre sayısını artırır.



Görsel 3.38: Koleoptildeki farklı yönelimler

Yapılan deneylerden de anlaşılacağı gibi bir bitkinin gövdesine tek yönden ışık verilecek olursa oksin hormonu doğrudan ışık almayan kısımda toplanır. Bu nedenle doğrudan ışık almayan bitki kısmında büyüme, ışık alan kısımdan daha fazla olur. Bitkinin ışığa yönelmesi bu asimetrik büyümenin bir sonucudur.

Kök, gövde ve tomurcuk gibi bitki organları değişik oksin yoğunluklarında büyüme gösterir. Düşük oksin yoğunluklarında hızlı bir büyüme, yüksek oksin yoğunluğunda büyümede gerileme meydana gelir.

Fazla salgılandığında büyümeyi durdurur. Az salgılandığında ise yapraklarda dökülme görülür. Sentetik olarak üretilen bazı çeşitleri yabani ot mücadelesinde kullanılır.

Giberellin Hormonu

Japon bilim insanı Eiichi Kurosawa (Eiçhi Kürosava), *Gibberella* (Giberella) cinsi bir mantarın giberellin adı verilen bir kimyasal salgıladığını ve bu kimyasalın bitkilerde aşırı gövde uzamasına neden olduğunu tespit etmiştir. Daha sonra bu maddenin bitkiler tarafından da üretildiği ve 100'den fazla çeşidinin olduğu bulunmuştur. Giberellinler esas olarak köklerde, genç yapraklarda ve bitkilerin embriyolarında üretilir. Tohumun çimlenmesini uyarır. Giberellin hem yapraklarda hem de gövdelerde büyümeyi uyarır. Ancak kök büyümesi üzerinde etkisi çok azdır. Gövdelerde hücre uzamasını ve hücre bölünmesini uyarır. Bazı bitkilerde çiçeklenmeyi uyarır. Oksin hormonu ile birlikte bitkide meyve oluşturulmasında görev yapar.

Sitokinin Hormonu

Sitokinezi (sitoplazma bölünmesi) ya da hücre bölünmesini uyarması nedeni ile bu hormonlara sitokinin adı verilir. Bu hormon; çoğunlukla köklerde üretilir. Kökte üretilen sitokininler, bitkinin ksilem öz suyunda yukarıya taşınarak hedef dokulara ulaşır. Klorofil sentezini uyarır. Büyüme ve tohum oluşumunu kontrol eder. Hücre döngüsünün düzenlenmesinde görev yapar. Oksin ile birlikte hücre bölünmesini ve farklılaşmayı uyarır. Sitokininler, gövdedeki yanal tomurcuklardan yan dal oluşumunu ve bitkinin dallanmasını sağlar. Yaprakların yaşlanmasını geciktirir. Büyüme ortamında oksin ve sitokinin hormonları uygun miktarlarda olduğunda bitki hücreleri, hızlı bir şekilde bölünmeye başlar. Oksin hormonu fazla, sitokinin hormonu az olduğunda bitkinin kök gelişiminin fazla olduğu gözlenmiştir. Sitokinin hormonunun fazla, oksin hormonunun az olduğu durumlarda ise sürgün sisteminin fazla ve kök gelişiminin az olduğu gözlemlenmiştir.

Absisik Asit (ABA) Hormonu

Absisik asit büyümeyi engelleyici en önemli hormondur. Yapraklar, gövdeler, kökler, tohumlar ve yeşil meyvelerde üretilir. Diğer hormonlardan farklı olarak bitkinin çevreden gelen etkilere tepki oluşturmasına yardım eder. Örneğin kuraklık durumunda ani olarak ortaya çıkan susuzluğa karşı solan yapraklarda birikir ve stomaların kapanmasını sağlar. Bu durum terlemeyi azaltır, bitkinin susuzluğa tepki göstermesini sağlar. Su kaybını engellemek için stomaların kapanmasında görev alır.

Absisik asit genellikle olgun yapraklarda sentezlenir. Gelişim döneminin sonuna doğru miktarı, diğer hormonlara oranla daha fazla artar. Bu durum, meristem doku hücrelerinde bölünmenin durmasına ve tomurcukların kın ile çevrilmesine neden olur. Tomurcuk kını, olumsuz çevre etkilerine karşı meristem hücrelerini korur. Tohumlarda uyku hâlinin (dormansi) devam etmesini de sağlar. Böylece, uygun olmayan koşullarda tohumun çimlenmesi engellenmiş olur. Uygun koşullarda tohumda absisik asit miktarı azalır ve giberellin miktarı artarak tohumun çimlenmesi sağlanır.

Etilen Hormonu

Etilen, bitki hücrelerinden gaz hâlinde üretilen bir hormondur. En fazla yaşlı dokularda, olgun meyve ve yapraklarda bulunur. Sadece üretildiği bitkiyi değil, diğer bitkileri de etkiler. Meyve olgunlaşması sırasında da üretilir ve olgun meyvelerdeki etilen diğerlerinin de olgunlaşmasını sağlar (Görsel 3.39). Bitkilerde kuraklık, mekanik basınç ve enfeksiyon gibi streslere karşı yanıt olarak üretirler. Yaprak sararması ve yaprak dökümünü uyarır. Kök büyümesini engeller. Meyvelerde nişastanın şekere dönüşmesini sağlar.

Görsel 3.39: Etilen salgılandıkça meyveler olgunlaşır.

1.3. Bitkilerde Hareket

Bitkiler de diğer canlılar gibi yaşamlarını devam ettirebilmek için çevrelerini tanımak ve algılamak zorundadır. Bitkiler, hayvanlar gibi yer değiştirme hareketi yapamaz, fakat durum değiştirme hareketi yapar. Bitki dokularında çeşitli çevre uyarılarının meydana getirdiği hareket; uyarıların algılanması, uyarının iletimi ve algılanan uyarıya fizyolojik cevabın verilmesi şeklinde gerçekleşir. Bitkilerde durum değiştirme, tropizma ve nasti hareketleri ile gerçekleştirilir.

1.3.1. Tropizma Hareketleri

Bitkinin uyaranın yönüne bağlı olarak gerçekleştirdiği yönelme hareketlerine **tropizma hareketleri** denir. Tropizma hareketleri, uyarının geldiği yöne doğru gerçekleştiğinde **pozitif tropizma**, uyarının tersi yöne doğru gerçekleştiğinde **negatif tropizma** olarak adlandırılır. Tropizma hareketleri şunlardır:

Fototropizma

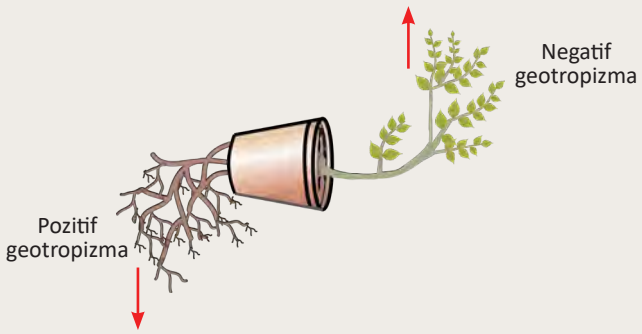
Bitkilerin ışık uyaranına karşı gösterdiği yönelme hareketidir. Fototropizmaya, sürgün ucunda üretilen ve büyümeyi sağlayan oksin hormonunun eşit olmayan dağılımı neden olur. Oksin hormonu bitkinin ışık alan tarafında az, ışık almayan tarafında daha fazla bulunur. Oksin hormonunun fazla bulunduğu (ışık almayan) bölgedeki hücreler daha fazla çoğalır. Bu da bitkinin ışığa doğru yönelmesine neden olur (pozitif fototropizma) (Görsel 3.40).

Gövdede pozitif fototropizma
Kökte negatif fototropizma
Salgılanan oksin hormonu ışığın olmadığı taraftan aşağı doğru iner.
Gövde ışığa doğru yönelir.

Görsel 3.40: Bitki gövdesinde pozitif, kökte negatif fototropizma

Geotropizma (Gravitropizma)

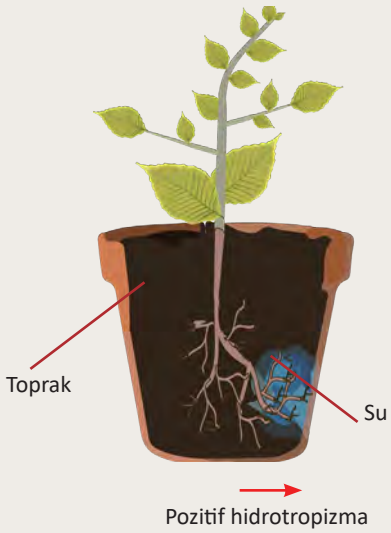
Bitkilerin yer çekimi etkisine karşı gösterdiği tropizma hareketidir. Genellikle kökler pozitif, gövdeler negatif geotropizma hareketi yapar (Görsel 3.41).



Görsel 3.41: Bitkide geotropizma

Hidrotropizma

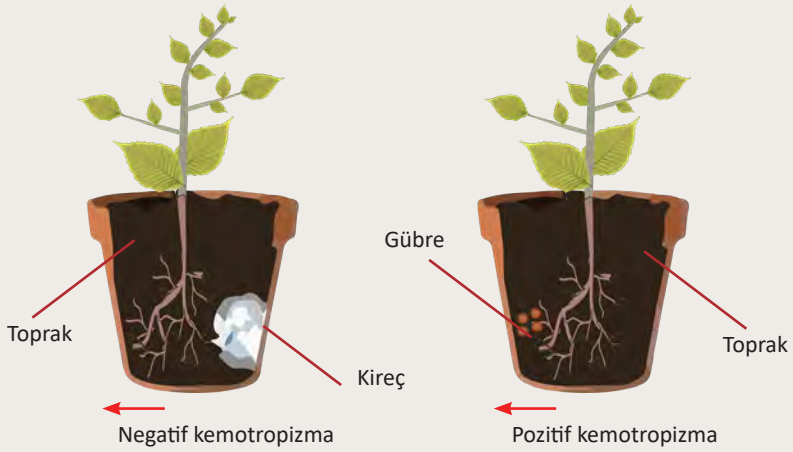
Bitki köklerinin suya doğru yönelmesidir (Görsel 3.42).



Görsel 3.42: Hidrotropizma

Kemotropizma

Bitkinin kimyasal maddelere yaklaşma veya kimyasal maddelerden uzaklaşma şeklindeki yönelmesine denir. Bitkide kökler, toprakta bulunan, kendisi için yararlı olan organik ve inorganik maddelerin bulunduğu bölgeye doğru büyür (pozitif kemotropizma). Aşırı tuz veya zararlı madde bulunan bölgeden uzaklaşır (negatif kemotropizma) (Görsel 3.43).



Görsel 3.43:Kemotropizma

Haptotropizma (Tigmotropizma)

Bitkilerin dokunmaya karşı verdiği tepkilere denir. Özellikle sarılıcı bitkiler, tutunarak duvara yapışır. Asma, fasulye, salatalık, sarmaşık gibi bitkiler bulundukları dala sarılır. Bu olay pozitif haptotropizmaya örnektir (Görsel 3.44).

Görsel 3.44: Asma bitkisinde haptotropizma

Travmatropizma

Bitkilerin yaralanmaya bağlı olarak gösterdiği tepkidir. Bitki yaralanırsa o bölgeden salgılanan madde yara yönünün tersine doğru büyümeyi sağlar. Yara yıkandığında bu madde kaybolduğundan yönelme görülmez (Görsel 3.45).

Görsel 3.45: : Bitkide travmatropizma

1.3.2. Nasti Hareketleri

Uyaranın yönüne bağlı olmayan irkilme hareketlerine **nasti hareketleri** denir. Nasti hareketlerinin oluşmasında turgor basıncı etkilidir. Nasti hareketleri şunlardır:

Fotonasti

Işık etkisiyle görülen hareketlerdir. Örneğin *Mirabilis jalapa* [(Mirabilis jalapa) (akşamsefası)] bitkisinin çiçekleri gündüz kapalıdır. Hava kararmaya başladığında ışık şiddeti azalınca çiçekler açar (Görsel 3.46). Fasulye bitkisinin yapraklarının gündüz dik gece eğik durması, sarmaşık bitkisinin çiçeklerinin gündüz açması gece kapanması fotonasti olayına örnektir.

Görsel 3.46: Akşamsefası

Sismonasti

Sarsıntı ve dokunmanın neden olduğu nasti hareketidir. Sismonastinin en güzel örneği *Mimosa pudica* [(Mimoza pudika) (küstüm otu)] bitkisinde görülür. Bu bitki dokunma ile yapraklarını kapatır (Görsel 3.47). Yine *Dionea muscipula* [(Dionea muskipula) (böcekkapan)] bitkisi yaprak ayası içine böcek gelirse buradaki duyarlı tüyler yaprakta aniden bir turgor değişimi meydana getirerek yaprakların kapanmasını sağlar.

Görsel 3.47: Küstüm otunda sismonasti

Termonasti

Sıcaklığın etkisiyle görülen hareketlerdir. Laleler düşük sıcaklıkta kapalı iken yüksek sıcaklıkta açar (Görsel 3.48).

Görsel 3.48: Lale de termonasti

Fotoperiyodizm

Bitkilerin gün uzunluğuna bağlı olarak gösterdikleri biyolojik cevaba **fotoperiyodizm** denir. Bitkilerin bir gün boyunca ışık ya da karanlıkta kalma süresine **fotoperiyot** denir. Fotoperiyot, bitkilerde büyüme, gelişme, çiçeklenme, yaprakların dökülmesi ve durgunluk döneminin başlaması gibi fizyolojik olayları etkilemektedir. Tomurcuklar çiçekleri oluşturur ancak fotoperiyodu yapraklar saptar. Çiçeklenme için gerekli fotoperiyot sağlandığında, yaprakların çiçek oluşturmaları için tomurcuklara bir sinyal göndermeleri gerekir. Yaprakların tümü koparılırsa bitki fotoperiyoda karşı körleşir.

Görsel 3.49: Süsen

Işık alma süresine göre bitkiler üç ana grupta incelenir.

a) Uzun Gün Bitkileri: Gündüzün geceye oranla daha uzun olduğu günlerde genellikle ilkbaharda ve yazın çiçeklenen bitkilerdir.

- Bu bitkilerin çiçeklenebilmesi için 12-14 saat ışık alma süresine ihtiyaç vardır.
- Ekvator'dan uzak bölgelerde yaşayan bitkiler genellikle uzun gün bitkileridir.
- Ülkemizdeki bitkiler genellikle uzun gün bitkisidir.
- Örneğin ıspanak, gün uzunluğu 14 saat ya da daha fazla olunca çiçeklenir. Turp, marul, yonca, süsen, arpa, buğday uzun gün bitkilerine örnektir (Görsel 3.49).

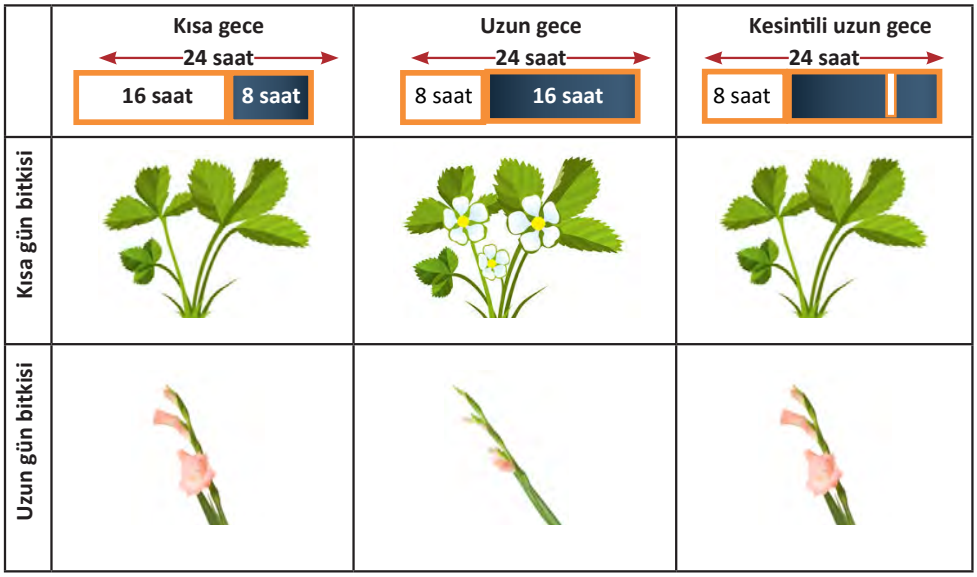
Görsel 3.50: Sütleğen

b) Kısa Gün Bitkileri: Gecenin gündüzden daha uzun olduğu günlerde çiçek açıp gelişen bitkilerdir. Kışa doğru çiçek açarlar. Çilek, sütleğen, soya fasulyesi, patates, kasımpatı kısa gün bitkilerine örnektir (Görsel 3.50).

Görsel 3.51: Karahindiba

c) Nötr Gün Bitkileri: Gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilerdir. Nötr gün bitkileri, fotoperiyottan etkilenmez. Bu nedenle bu bitkiler uzun gün ve kısa gün bitkilerinden daha avantajlıdır. Pamuk, ayçiçeği, pirinç, domates ve karahindiba nötr gün bitkilerine örnektir (Görsel 3.51).

Günümüzde ise bitkinin çiçeklenmesini etkileyen faktörün gün uzunluğu değil gece uzunluğu olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu bitkilerin kısa gece bitkileri, uzun gece bitkileri biçiminde isimlendirilmesi daha doğrudur. (Görsel 3.52).



Görsel 3.52: Uzun gün (süsen) ve kısa gün (çilek) bitkilerinde çiçeklenme

Kısa gün bitkileri, gece uzunluğu kritik değerin altında olduğunda çiçeklenmez, kritik değerin üzerinde olduğunda çiçeklenme olur. Gece uzunluğu kritik değerin üzerinde olsa bile gece süreci kesintiye uğratılıp ışıklandırıldığında bitkide çiçeklenme olmaz.

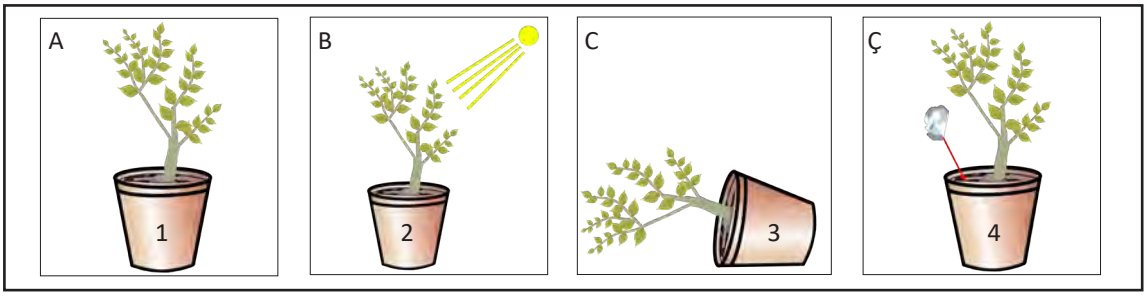
Uzun gün bitkilerinde gece uzunluğu, kritik değerin altında olduğunda çiçeklenme olur, kritik değerin üzerinde olduğunda çiçeklenmez. Gece uzunluğu kritik değerin üzerinde olsa bile gece süreci kesintiye uğratılıp ışıklandırıldığında bitkide çiçeklenme görülür.

5. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Bitki hareketleri
ETKİNLİĞİN AMACI : Bitki hareketlerini gözlemlemek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 1 ay
ARAÇ GEREÇ : Özdeş büyüklükte 4 adet *Plectranthus scutellarioides* [Plektrantus skutellarides (yaprak güzeli)] bitkisi, kaya tuzu

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Bitkilerin içinde bulunduğu saksıları numaralandırınız (Görsel:3.53).
2. Bir numaralı saksıyı kontrol grubu olarak belirleyiniz ve oda şartlarında bırakınız (Görsel:3.53/A).
3. İki numaralı saksıyı ışığı tek yönden alacak şekilde yerleştiriniz (Görsel:3.53/B).
4. Üç numaralı saksıyı yatay konuma gelecek şekilde sabitleyiniz (Görsel:3.53/C).
5. Kaya tuzunu dört numaralı saksının bir kenarına derince gömerek tuzun yerini işaretleyiniz (Görsel:3.53/Ç).



Görsel 3.53: Bitkide hareketin gözlenmesi

6. Bir ay boyunca bitkiyi düzenli olarak sulayınız ve gözlemlerinizi bir çizelge hazırlayarak not ediniz.

DEĞERLENDİRME

1. Bir ay sonunda saksılardaki bitkilerin gövdelerinde ne gibi değişiklikler olmuştur?
2. Bir ay sonunda bitkileri köklerine zarar vermeden saksıdan çıkarınız. Köklerinde ne gibi bir değişiklik olduğunu gözlemleyiniz.
3. Yapmış olduğunuz deneylerde bitkilerin tropizma hareketlerine hangi etmenler nasıl etki etmiştir? Açıklayınız.

ARAŞTIRINIZ

Küstüm otuna dokunulduğunda yaprakları kapanır. Bitkilerde görülen bu tür hareketlerin gerçekleşmesine sebep olan etkileri ve mekanizmalarını araştırarak bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta paylaşınız.

BİLİYOR MUSUNUZ?

Çok sayıda türü bulunan böcekkapan bitkileri dikkat çekici canlılardır. Tamamı yeşil renklidir ve fotosentez yapar. Bazıları küçük kemirgenleri bile avlayabilir. Topraktan alamadıkları nitrat ve fosfat tuzlarını böcekleri veya kemirgenleri sindirerek alır.

Okuma Parçası

NEDEN BAZI AĞAÇLAR YAPRAKLARINI DÖKERKEN BAZILARI DÖKMEZ?

Aslında bütün ağaçlar yapraklarını döker. Ağaçların yapraklarını dökme zamanları türlerine ve hava koşullarına bağlı olarak değişir. Örneğin bazı ağaçlar sonbaharda yapraklarının tamamını döker, bazılarının yaprakları ise olgunluk dönemini tamamladıktan sonra dökülür. Çam, köknar, servi ve ladin gibi bazı iğne yapraklı ağaçlar kış mevsiminde yaprak dökmez ama yıl boyunca yaprak değiştirir.

Bitkilerin yapraklarını dökme zamanını, çevresel değişimler (örneğin sıcaklık) ve kalıtsal etkenler belirler. Yaprağın dökülme sürecinde ilk olarak yaprak sapının gövdeye bağlandığı bölgedeki bir grup hücre farklılaşmaya başlar. Bu bölge, kopma (absisyon) bölgesi olarak isimlendirilir. Bu süreçte kopma bölgesindeki hücrelerin çeperleri zayıflar ve hücreler küçülür. Sonuçta yaprak, zayıflayan bu bölgeden kopar. Bitkinin gövde kısmında kalan kopma bölgesindeki hücreler, yara izi dokusunu oluşturur. Bu, bitkiyi hastalıklara ve enfeksiyonlara karşı korur.

Oksin olarak isimlendirilen büyüme hormonu, kopma bölgesinin oluşumunu geciktirir. Oksin moleküllerinin miktarı, genç yapraklarda yüksektir ve yaprak olgunlaştıkça azalmaya başlar. Bu nedenle yaprak olgunlaştığında dökülme süreci başlar.

Bitkilerin yapraklarını dökmesi; besin, enerji ve su ihtiyaçlarını azaltmalarına, dolayısıyla soğuk ve kuru havalarda hayatta kalmalarına yardımcı olur.

Tuba Sarıgül

http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/btd_588_-_kasim_2016_48.pdf

(Düzenlenmiştir.)

2. BÖLÜM
BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; köklerde su ve mineral emilimini, bitkilerde su ve mineral taşıma mekanizmasını, fotosentez ürünlerinin taşınma mekanizmasını, bitkilerde su ve madde taşınması ve bitkilerin günlük hayatımızdaki yerini öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

adhezyon, basınç akış teorisi, floem, gutasyon, gübre, kohezyon gerilim teorisi, kök basıncı, ksilem, mikoriza, minimum kuralı, nodül, stoma, terleme

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Süs bitkilerinin sulanması hangi periyotlarda yapılır?
2. Gelişmiş bitkiler nasıl beslenir?
3. Bahçelerde yetiştirilen sebzelere su verilmediğinde sebzelerde nasıl bir değişiklik gözlemlenir?

2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

Bitkiler fotoototroftur. Bitkiler fotosentez ile inorganik maddelerden organik madde sentezi yapar. Yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek ve hücreler arası madde iletimini sağlamak için iki yol kullanır. Bunlardan ilki, kök ile topraktan alınan su ve minerallerin ksilemle bitkinin üst kısımlarına taşınmasıdır. İkincisi ise fotosentez sonucu üretilen organik besinlerin floem ile bitkinin diğer kısımlarına taşınmasıdır.

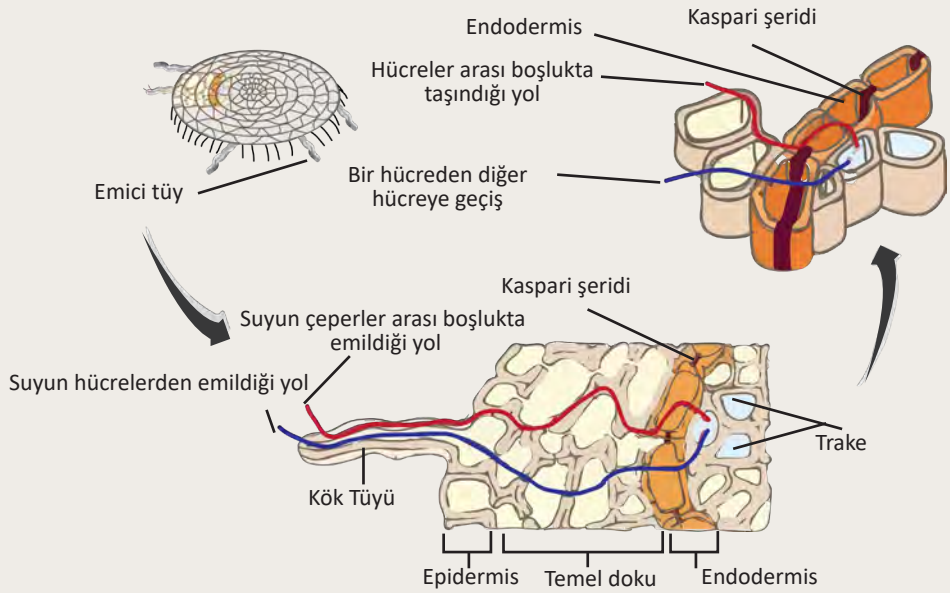
2.1. Su ve Minerallerin Taşınması

Bitkiler, ihtiyaç duydukları inorganik maddeleri ya havadan ya da topraktan alır. Havadan çoğu zaman CO_2 ve O_2 gibi gazları alır. Bitkiler, su ve suda çözünmüş mineral tuzlarını ise topraktan kökleri ile alır ve bitkinin diğer kısımlarına iletir. Topraktan alınan su, bitkilerde gerçekleşen fotosentezde kullanılan en önemli maddelerden biridir. Bitkiler, kökleri ile su ve suda çözülmüş mineralleri topraktan alır. Ayrıca su, çözücü özelliği ile minerallerin alınmasını ve bitkide taşınmasını sağlar.

Köklerde Su ve Mineral Emilimi

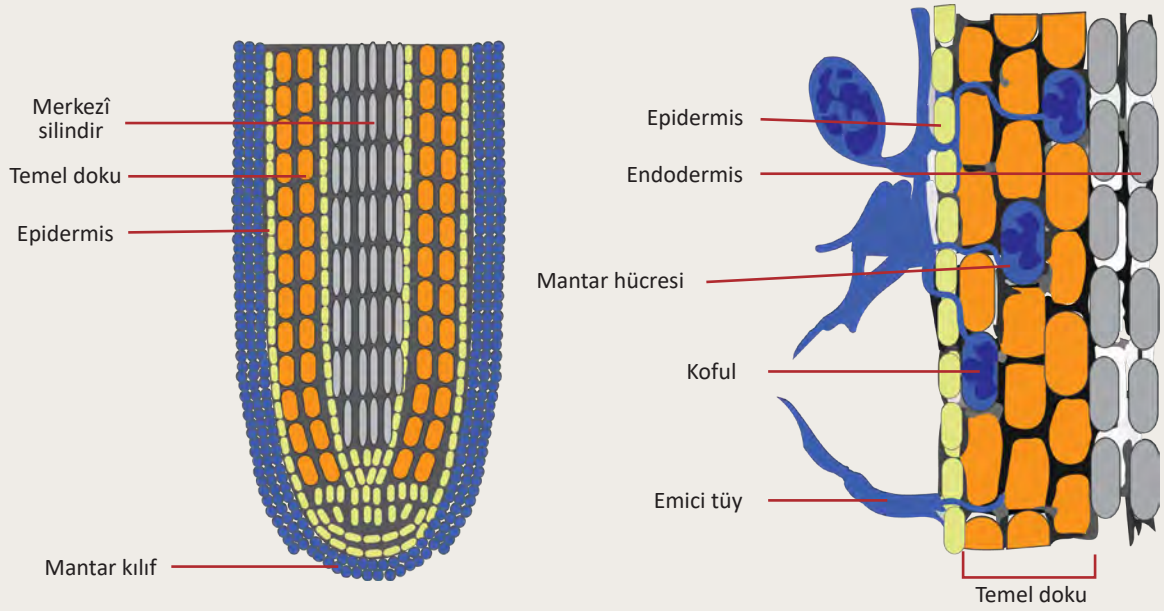
Kökte **emici tüy** denilen uzantılar bulunur. Bu uzantılar epidermis hücrelerinin toprak içine doğru oluşturduğu yapılardır. Emici tüyler, yüzey alanını artırdığı için su ve mineral emilimini artırır. Bu hücrelerin iç yoğunluğu ortam yoğunluğuna göre çok daha fazla olabilir. Örneğin kök hücrelerinde K^+ iyonu, topraktaki yoğunluğundan yüzlerce kat fazla olabilir. Bu durum, suyun pasif taşıma ile kök hücrelerine geçişine imkân sağlar.

Topraktan emilen su ve minerallerin ksileme kadar iletilmesi, iki yolla gerçekleşir. Bu yollardan ilki, suyun emici tüylere girip hücreden hücreye aktarılarak ksileme kadar taşınmasıdır. İkincisi ise hücreye girmeden hücre çeperleri ve çeperlerin çevresinde bulunan hücreler arası boşlukta taşınmasıdır. Çeperlerden alınan su ve mineraller endodermise ulaşır. Burada hücre içerisine girip hücreden hücreye aktarılarak ksileme kadar taşınır (Görsel 3.54). Kaspari şeridi su moleküllerini geçirmeyen bir yapıdır. Kaspari şeridi bulunan bitkilerde su, endodermis içinde farklı yollardan hareket ederek ksileme ulaşır. Su ve minerallerin alımı bu yolla daha hızlı olur. Kökte su, osmoz ve difüzyon (yayınma) ile K^+ iyonu, aktif taşıma ile alınır.



Görsel 3.54: Kökün enine kesitinde suyun emilerek ksileme taşınması

Bitkiler bazı mantar veya bakteri türleri ile su ve minerallerin alımını kolaylaştırmak için mutualist bir birliktelik kurar. Bitki kökleri, mantar hifleri ile **mikoriza** oluşumu gerçekleştirirken, bazı bakterilerle **nodül** oluşumunu gerçekleştirir (Görsel 3.55). Mikorizayı oluşturan mantar hifleri kökü dıştan sarar ve toprak içlerine uzanarak emilim yüzeyini artırır. Mikoriza kök korteks hücreleri arasına yerleşir. Mantar kökte yüzey artışını sağlar. Bu durum bitkinin su ve mineral alımını artırırken mantar hifleri bitkiden besin alarak faydalanır.



Görsel 3.55: Bitki köklerinde mikoriza oluşumu

Azot elementi; bitkide nükleik asitlerin, amino asitlerin, ATP'nin ve vitaminlerin yapısına katılır. Bitkiler, havanın serbest azotundan faydalanamaz. Azotu amonyum ve nitrat bileşiklerinden karşılar. Bitki kökleri ve *Rhizobium* (Rizobiyum) bakterileri arasında mutualist bir yaşam vardır. Özellikle baklagil köklerinde oluşan yumrulara **nodül** adı verilir (Görsel 3.56). Nodül içindeki *Rhizobium* bakterileri, havanın serbest azotunu bitkinin kullanabileceği nitrata (NO_3) çevirir.

Görsel 3.56: Bitki köklerinde nodüller

Bitki kök hücreleri ile mantarlar arasında oluşan mikorizada su ve minerallerin kolay emilimi sağlanırken kök hücrelerinin bakterilerle birlikte oluşturduğu nodüller ise özellikle azotun bitkiye alımını kolaylaştırır. Bu sırada mantar ve bakteriler, bitkinin fotosentez ürünlerinden faydalanarak yaşamsal faaliyetlerini sürdürür.

Doğada yer alan elementlerin birçoğu, bitkilerin yapısına katılır. C, H ve O alımında bitkiler açısından herhangi bir engel bulunmaz ve kolayca dış ortamdan alınabilir. Ancak alınması gereken diğer mineraller, toprakta mineral şeklindedir ve suda çözünerek alınır. Bitkinin yapısında fazlaca bulunan ve alınması gereken elementlere **makroelementler** denir. Azot, fosfor, potasyum, magnezyum, kükürt ve kalsiyum makroelementlere örnektir. Bu elementlerin yanı sıra az miktarda da olsa alınması gereken elementler de vardır ki bunlara da **mikroelementler** denir.

Demir, klor, mangan, çinko, bor, bakır, nikel ve molibden mikroelementlere örnek verilebilir. Klorofilin yapısında Mg elementi vardır ve Mg elementi **makroelementtir**. Ancak klorofilin sentezlenmesi sırasında **mikroelement** olan demir elementine ihtiyaç duyulur. Demirin yeterli olmaması, klorofil sentezini durdurur. Mineral eksikliği nedeniyle bitkide bazı olumsuz etkiler görülür. Eksiklik giderilmezse bu durum, bitkinin ölümüne yol açabilir. Ayrıca bir mineralin eksikliği, başka bir mineral ile giderilemez. Bitkilerde bulunan mineraller ve bitkinin bu minerali kullanabileceği formu Tablo 3.1'de verilmiştir

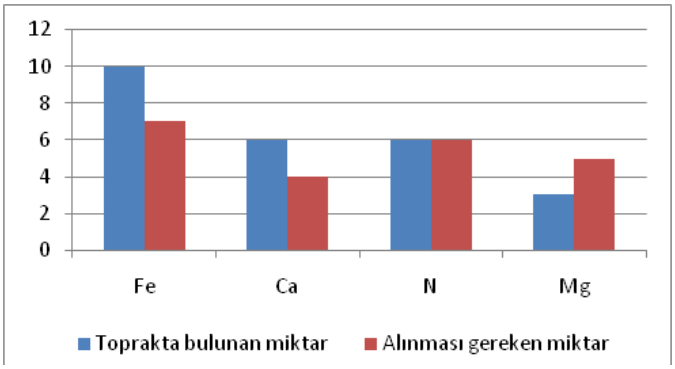
Tablo 3.1: Bitkiler Tarafından Kullanılan Makroelement ve Mikroelementler

MAKROELEMENTLER		**MİKROELEMENTLER**	
ELEMENT	**BİTKİLER TARAFINDAN KULLANILABİLİR FORMU**	**ELEMENT**	**BİTKİLER TARAFINDAN KULLANILABİLİR FORMU**
Karbon	CO_2	Klor	Cl^-
Oksijen	O_2	Demir	Fe^{3+}, Fe^{2+}
Hidrojen	H_2O	Bor	$H_2BO_3^-$
Azot	NO_3^-, NH_4^+	Manganez	Mn^{2+}
Kükürt	SO_4^{2-}	Çinko	Zn^{2+}
Fosfor	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}	Bakır	Cu^+, Cu^{2+}
Potasyum	K^+	Molibden	MoO_4^{2-}
Kalsiyum	Ca^{2+}	Nikel	Ni^{2+}
Magnezyum	Mg^{2+}		

Bitkilerin ihtiyaç duyduğu elementlerin ortamda belirli bir oranda bulunması gerekir. İhtiyaç duyulan herhangi bir elementin bitkinin ihtiyacından az olması, bitkinin diğer minerallerden yararlanma oranını da düşürür yani büyümesini yavaşlatır. Bu durumu; ilk defa 1840 yılında Justus von Liebig (Justus von Liebig) yapmış olduğu çalışmalarında, **minimum yasası** olarak ifade etmiştir. Bu yasaya göre bitkiler, en az ihtiyaç duyduğu minerale göre diğer minerallerden faydalanır (Görsel 3.57). Örneğin klorofil sentezinde görev alan enzimleri aktive eden demir mineralinin eksikliği, klorofilin yapısına katılan magnezyum mineralinin kullanımını azaltır.

Görsel 3.57: Minimum yasası

SIRA SİZDE



Yukarıda verilen grafikte mineral ve elementlerin toprakta bulunan miktarları ile bitki tarafından alınması gereken miktarları verilmiştir. Buna göre bitkinin büyümesini hangi mineral sınırlar? Nedenini açıklayınız.

.....

.....

Tarımda çiftçiler, bitkilerde görülen belirtilerden yola çıkarak ya da toprak analizleri yaptırarak bitkilerdeki mineral eksikliğini tespit ederler. Bitkilerin büyüme ve gelişmesinin tam olabilmesi için eksik minerallerin toprağa gübre ile verilmesi gerekir. **Gübreler**, topraktaki mineral eksikliğini gidermek amaçlı kullanılan maddelerdir. Doğal ve yapay olarak elde edilebilir. Doğal gübrelere hayvansal gübre, solucan gübresi örnek verilebilir. Yapay gübre ise fabrikalarda üretilen gübrelerdir. Azotlu gübre, fosforlu gübre, potasyumlu gübre ve karma (kompozit) gübre gibi çeşitleri vardır.

Görsel 3.58: Topraksız tarım uygulamaları

Son yıllarda bazı seralar ve çiftliklerde topraksız kültür ortamı (hidroponik) uygulamaları yapılmaktadır. Hidroponik uygulamalar ya bitki kökleri tamamen besin elementlerini içeren bir sıvı içerisinde tutularak gerçekleştirilir ya da bitkileri sadece ayakta tutacak ve köklerinin tutunarak su ve besin almasını sağlayacak bir madde kullanmak suretiyle gerçekleştirilir. Toprak yerine kullanılacak maddeler perlit, kaya yünü, torf ve volkan tüfü gibi maddelerdir. Hidroponik uygulamalarla bitkilerin ihtiyaç duyduğu tüm mineraller çözelti hâlinde bitkilere verilmekte ve ideal büyüme sağlanmaktadır. Bu yöntemin klasik yetiştiriciliğe göre dezavantajı ise maliyetin yüksek olmasıdır. Özel tasarlanmış plastik oluklara yerleştirilen marul bitkisi oluklardan akıtılan sıvı ile beslenerek büyütülmektedir (Görsel 3.58). Oluk içerisinden akan hidroponik sıvının toplanıp yeniden kullanılması maliyetleri az da olsa düşürebilir. Bunun yanı sıra toprak verimi düşmüş bazı seralarda çuval, plastik kova vb. kaplar içerisine torf vb. maddeler konulur. Hazırlanan düzeneğe yetiştirilecek olan domates ve salatalık fideleri dikilir. Bu düzeneğe hidroponik sıvı verilmesi ile bitkiler yetiştirilmektedir.

2.2. Su ve Minerallerin Ksilemde Taşınması

Topraktan alınarak ksileme ulaşan su ve mineraller, belirli kurallara göre taşınır. Suyun taşınması, osmozla gerçekleşir. Mineraller ise kolaylaştırılmış difüzyon ya da aktif taşıma ile ksileme ulaştırılır. Ksileme ulaşan su ve suda çözünmüş minerallerin bitkinin üst kısımlarına taşınmasında kök basıncı, terleme, kohezyon kuvveti ve kılcallık etkilidir.

2.2.1. Kök Basıncı

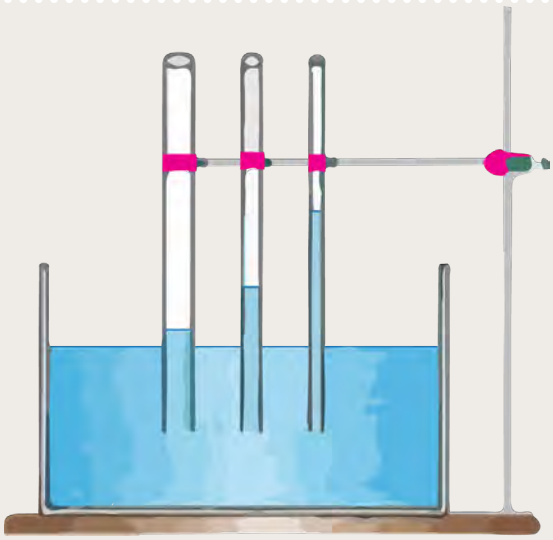
Terlemenin düşük olduğu zamanlarda, özellikle geceleri, kök hücreleri mineralleri ksileme doğru aktif taşıma ile taşır. Bu sırada endoderm de minerallerin geri çıkmasını engeller. Ksilem de fazla mineral iyonlarından dolayı içindeki ozmotik basıncı artırır ve suyun temel dokudan ksileme doğru ilerlemesini sağlar. Fazla iyon yoğunluğundan dolayı suyun ksilemde yukarı doğru itilmesini sağlayan basınca **kök basıncı** denir.

Bitki, ihtiyacı olan mineralleri su ile topraktan alır. Fazla suyu yaprak kenarlarındaki hidatotlardan atar. Bu olaya **gutasyon** denir. Gutasyonda terlemeden farklı olarak su ile birlikte minerallerin atılması da söz konusudur. Çilek, çimen gibi küçük bazı otsu çift çenekli bitkilerde görülebilen bir olaydır (Görsel 3.59). Kök basıncı bitkide ksilem öz suyunun birkaç metre yükselmesini sağlar. Ksilem öz suyu kök basıncı ile yukarı doğru itilirken terleme ve kohezyon kuvveti ile yapraklara doğru çekilir.

Görsel 3.59: Testere dişli aslan pençesi yaprağında gutasyon

2.2.2. Kılcallık

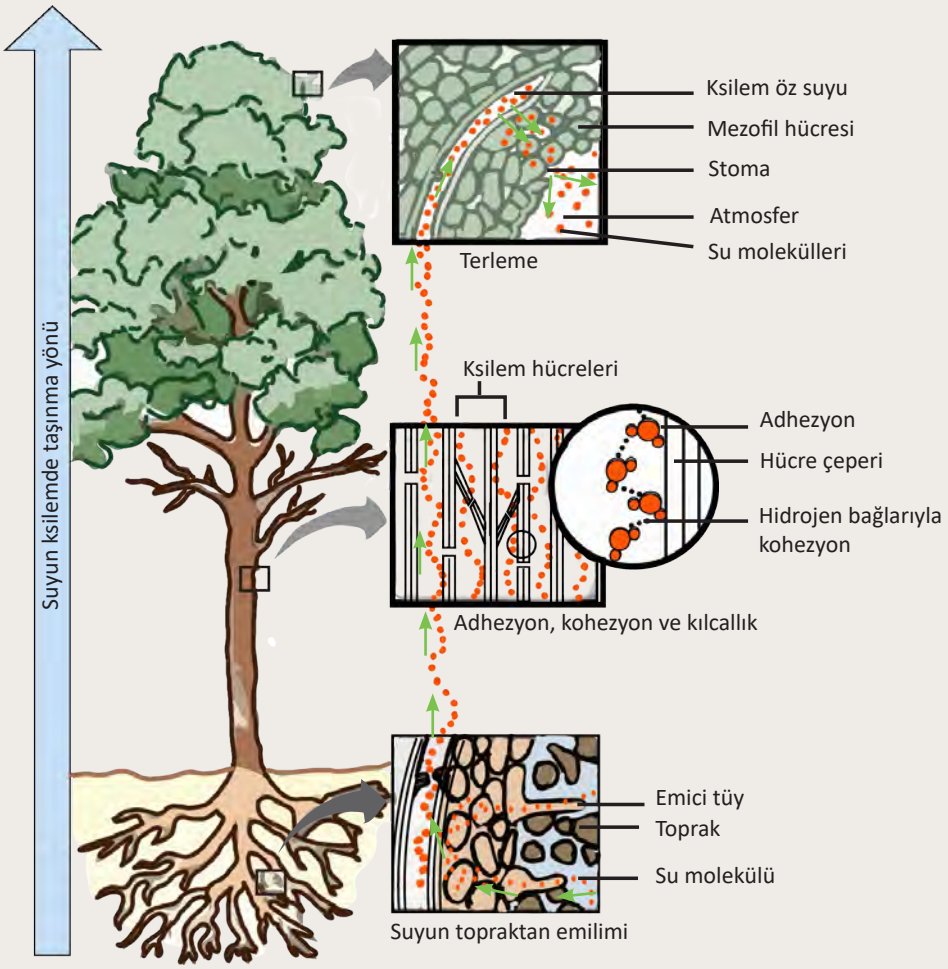
Giderek daralan ksilem boruları içerisinde ilerleyen su ile ksilem boruları arasında gerilim artar. Suyun hidrojenleri ile ksilem çeperleri birbirini çeker. Görsel 3.60'ta olduğu gibi bir beher içerisine farklı çaplarda her iki ucu açık cam borular yerleştirildiğinde su borular içerisinde bir miktar yükselir. Çapı en küçük olan borudaki suyun yükselişi diğerlerine göre daha fazladır. Buna göre kılcallık olayında ksilemin çapı ne kadar küçükse su boru içerisinde o kadar çok yükselir. Bu yükseliş, kök basıncı ve terleme kohezyon kuvveti etkisi ile oluşan yükselişe göre çok daha düşük ölçüde kalır (Görsel 3.60).



Görsel 3.60: Farklı çaptaki borularda kılcallıkla suyun yükselmesi

2.2.3. Terleme ve Kohezyon Gerilim Teorisi

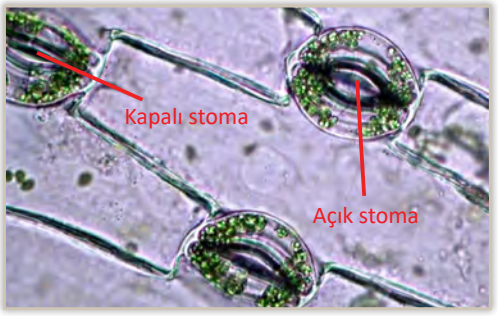
Ksilem öz suyunun yapraklara kadar taşınmasındaki en büyük etki, terleme ve kohezyon gerilim teorisi ile açıklanır. Bitkilerde su kaybı iki olayla gerçekleşir. Bunlar; fotosentez sırasında suyun kullanılması ve yapraklardaki stoma adı verilen gözeneklerden suyun gaz hâlinde atılmasıdır. Stomada gerçekleşen bu olaya **terleme** denir. Stomanın altındaki boşluğa komşu olan hücrelerden suyun terleme ile kaybedilmesi, bu hücrelerde suyu komşu hücrelerden çekecek bir ozmotik basınç oluşturur. Komşu hücreler ksilemden su eminceksilem içerisinde negatif bir basınç oluşur. Bunun neticesinde su kökten yukarı doğru emilir (Görsel 3.61). Aynı tür moleküllerin birbirine uyguladığı çekim kuvvetine **kohezyon** denir. Bu kuvvet suyun, bitkinin en üst kısımlarına kopmayan bir sütun hâlinde çıkmasına da katkı sağlar. Suyun, bitkinin üst kısımlarına kadar taşınmasına, farklı moleküller arasındaki çekim kuvveti olan **adhezyon** da etki eder. Su ksilem içerisinde birbirine kohezyon kuvveti ile bağlı iken ksilem çeperlerinin iç yüzeyine de adhezyon kuvveti ile tutunur.



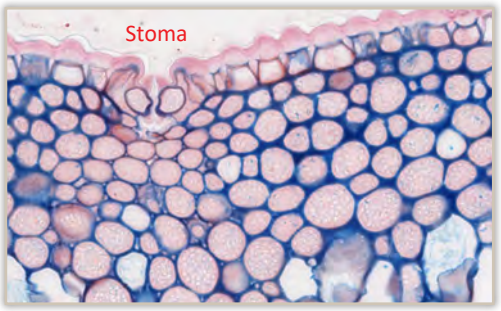
Görsel 3.61: Bir ağaçta suyun taşınma mekanizması

Stoma ve Açılıp Kapanma Mekanizması

Bitkilerde terlemenin kontrolü ve gaz alışverişi ise çoğunlukla yaprakların yüzeyinde bulunan stoma ile sağlanır (Görsel 3.62). Bitkilerin yaşadığı ortam şartlarına göre stomaların yapraktaki yerleri ve sayıları değişiklik gösterir (Görsel 3.63). Örneğin kurak bölge bitkilerinde stoma, yaprak alt yüzeyinde az sayıda ve epidermisin içinde gömülü hâldedir. Nemli bölgelerde yaşayan bitkilerde ise stoma, yaprağın üst yüzeyinde fazla sayıda ve epidermisten dışarı doğru uzanmış şekildedir. Stoma, epidermis hücrelerinin özelleşmesi ile oluşan iki adet bekçi hücre ve bunların arasında bulunan boşluktan oluşmuştur. Bu hücreler stomanın açılıp kapanmasını sağlar. Bekçi hücreleri, kloroplast bulundurur. Bekçi hücrelerinin etrafında komşu epidermis hücreleri vardır.



Görsel 3.62: Kapalı ve açık stomalar (x400)

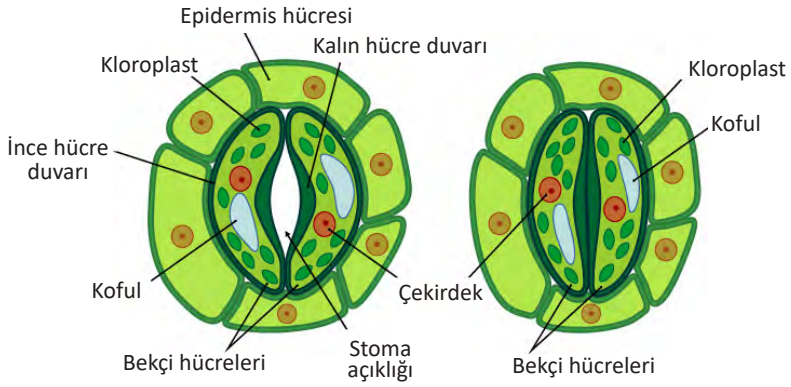


Görsel 3.63: Lohusa otu bitkisinin yaprak kesitinde epidermise gömülmüş stoma (x400)

Bekçi hücrelerinin birbirine bakan bölümündeki çeperleri kalınken komşu epidermis hücrelerine bakan çeperleri incedir. Çeperler arasındaki bu kalınlık farkı stomaların açılıp kapanmasında önemli rol oynar. Bekçi hücreleri yeterli ışık varlığında fotosentez yapar. Fotosentez sonucu oluşan besin maddeleri bekçi hücrelerinin ozmotik basıncını artırır. Komşu hücrelerden bekçi hücrelere K^+ iyonu girişi olur. Fotosentez ürünleri ve K^+ iyonu derişimindeki artışla bekçi hücreleri içerisindeki osmotik basınç artar. Komşu hücrelerden bekçi hücrelere osmozla su geçer. Bekçi hücrelere suyun girişi turgor basıncını artırır. Turgor basıncının artması, bekçi hücrelerinde dışa bakan ince çeperleri kalın çeperlere göre daha çok esneterek iter ve bekçi hücrelerinin arasındaki açıklık genişler. Böylece stoma açılmış olur.

Stomanın kapanması açılmasının tersine işleyen olaylar ile gerçekleşir. Karanlıkta bekçi hücrelerinde fotosentez durur ve K^+ iyonları komşu hücrelere geçer. Bekçi hücrelerinin ozmotik basıncı düşer ve komşu hücrelere su geçişi gerçekleşir. Turgor basıncı düşen bekçi hücreleri arasındaki boşluk kapanır. Bu mekanizmanın dışında stoma hava boşluklarında CO_2'nin azalması ile stoma açılır. CO_2'nin azalması mezofil tabakasındaki hücrelerde fotosentezin başlaması ile gerçekleşir (Görsel 3.64).

Çeşitli çevresel etmenlerin etkisiyle de stoma kapanabilir. Suyun azlığının yarattığı etki bekçi hücrelerde absisik asit üretilmesini sağlar. Absisik asitin üretimi, asitliğin artmasını ve stomanın kapanmasını sağlar. Sıcaklığın artmasıyla birlikte mezofil tabakasındaki hücrelerin solunum hızı da artar. Solunumda açığa çıkan karbondioksit, yapraktaki hava boşluklarında birikir. Hava boşluklarındaki CO_2 konsantrasyonunun artması, stomaların gündüzleri dahi kısa süreli kapalı kalmasını sağlar.

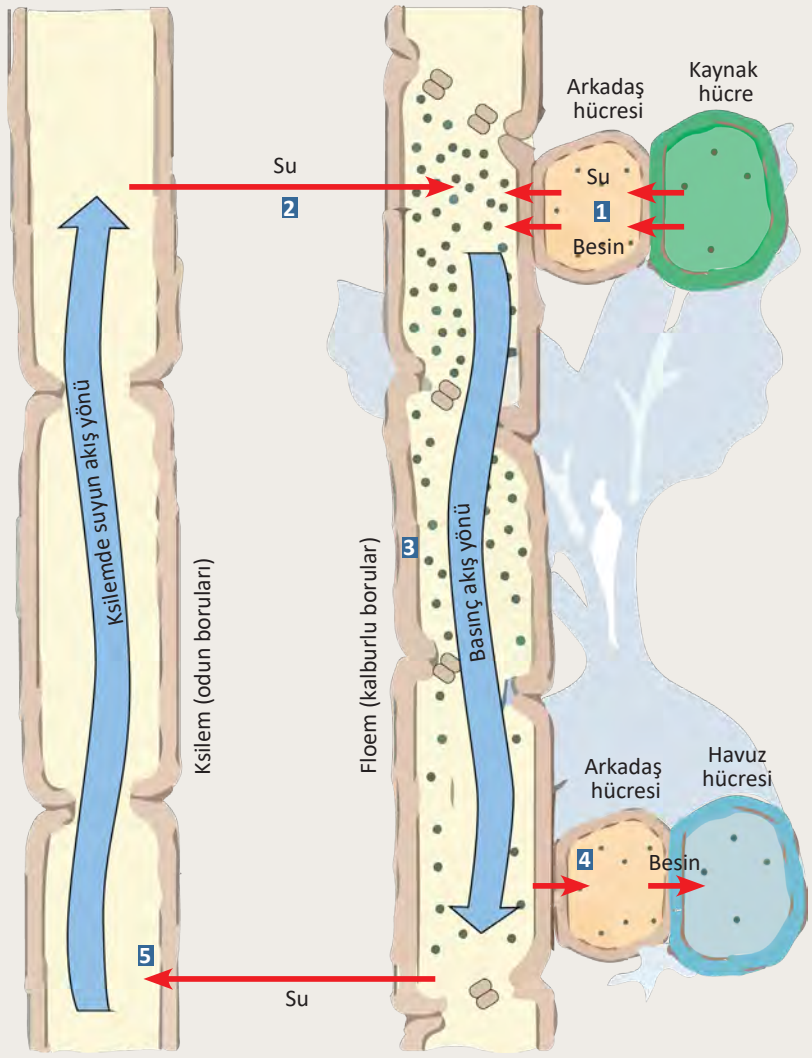


Görsel 3.64: Stomanın açık ve kapalı hâli

2.3. Bitkilerde Fotosentez Ürünlerinin Taşınması

Fotosentez sonucu oluşan organik besinler, floem tarafından bitkinin diğer kısımlarına taşınır. Floemde besinlerin taşınması, ksilemin aksine çift yönlüdür ve bu taşınma sırasında enerji harcanır. Floemde besin maddelerinin taşınması ksilemdeki su ve mineral taşınmasına göre yavaştır. Bitkilerde fotosentez sonucu üretilen besinlerin floemde taşınması **basınç akış teorisi** ile açıklanır. Basınç akış teorisine göre fotosentezin gerçekleştiği, besinin üretildiği hücreler kaynak, besinlerin floemle taşınarak kullanıldığı veya depolandığı hücreler ise havuz olarak adlandırılır. Bu teoriye göre bitkide besinin taşınması aşağıdaki sıralamada gerçekleşir (Görsel 3.65):

1. Fotosentez sonucu kaynak hücrede oluşan besin maddeleri arkadaş hücrelerine geçer.
2. Besin maddelerinin arkadaş hücrelerinden kalburlu borulara geçişi, kalburlu boru hücrelerinin hücre içi yoğunluğunu artırır. Kalburlu boru hücreleri artan ozmotik basınçla ksilemden su çeker.
3. Suyun kalburlu boru hücrelerine girmesiyle ozmotik basınç azalırken turgor basıncı artar ve turgor basıncının etkisi ile hücre içindeki besin içeren sıvı bulunduğu hücreden, diğer hücreye geçer.
4. Basınç akış teorisi ile kalburlu boru hücrelerinde ilerleyen besinler, depo edileceği yere geldiğinde difüzyon ya da aktif taşıma ile önce arkadaş hücrelerine oradan da depo edileceği havuz hücrelerine geçerek depolanır.
5. Havuz hücrelerine geçen besin maddelerinden dolayı ozmotik basınç düşer. Kalburlu borular içerisindeki su tekrar ksileme geçer.



Görsel 3.65: Basınç akış teorisine göre fotosentez ürünlerinin taşınması

6. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Bitkilerde su ve madde taşınması
ETKİNLİĞİN AMACI : Bitkilerde su ve madde taşınması ile ilgili deney tasarlamak
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 3 gün
ARAÇ GEREÇ : Dört adet beyaz karanfil, mavi ve kırmızı gıda boyası, su, dört adet 100 mL'lik dereceli silindir, cam kalemi

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Dört adet dereceli silindiri numaralandırınız. 1 numaralı dereceli silindiri boş bırakınız. 2 numaralı dereceli silindirden başlayarak silindirlerin yarısına kadar su doldurunuz.
2. 3 numaralı dereceli silindire 5 damla kırmızı gıda boyası, 4 numaralı dereceli silindire de 5 damla mavi gıda boyası koyunuz.
3. Hazırladığınız dereceli silindirlere beyaz karanfilleri koyunuz, her gün deney düzeneğini kontrol ediniz.
4. Gözlemlerinizi rapor hâline getiriniz.

NOT: Siz de bitkide su ve madde taşınması ile ilgili bir deney tasarlayınız.

DEĞERLENDİRME

1. Dereceli silindirlerden hangileri kontrol grubu olarak kullanılır?
2. Kaç numaralı dereceli silindirdeki karanfil pörsümüştür? Bunun nedeni nedir?
3. Karanfillerden hangisi veya hangilerinde renk değişimi gerçekleşmiştir? Çiçeklere giden boya, bitkinin hangi yapılarında taşınmıştır?
4. Karanfillerde su ve boyanın taşınmasında hangi kuvvetin etkisi olmamıştır?

2.4. Bitkilerin Günlük Hayatımızdaki Yeri

Bitkiler ekosistemin sürdürülebilirliği için gereklidir. Fotosentetik canlılar güneşten gelen enerjinin yeryüzünde tutulmasını ve besin zinciri yoluyla diğer canlılara aktarılmasını sağlar. Bu canlılar fotosentez ile karbondioksit özümlemesi yaparak besin üretirken aynı zamanda suyun fotolizi ile de oksijen üretir. Bunun sonucunda yeryüzündeki madde döngüsünü gerçekleştirir, atmosferdeki karbondioksit ile oksijen dengesini korur. Verimli toprakların su, rüzgâr vb. etkiler sonucunda erozyonla kaybolmasını önler. Gıda sanayinde, eczacılıkta, mobilya ve dekorasyon işlerinde kullanılır. Pamuk ve keten gibi bitkilerin dokuma ve tekstil sanayinde önemi büyüktür. Eterik yağ üreten birçok bitki, esans ve parfüm üretiminde kullanılır. Yağlı bitki tohumlarından elde edilen yağlar ile biyodizel üretilir. Bütün bitkiler kök, gövde, yaprak, meyve ve tohum gibi kısımları ile canlılara barınak oluşturur. Süs bitkileri yaşanılan çevrenin güzelleştirilmesinde kullanılır. Bitkilerin kök, gövde, yaprak, meyve ve tohum gibi kısımları, bitkilerle beslenen tüm canlılar için besin kaynağıdır. Daha kısa sürede daha fazla ürün elde etmek için kullanılan bitki hormonları, sağlığa ve ekonomiye uzun vadede yarardan çok zarar getirmektedir.

ARAŞTIRINIZ

Hormonlu meyve kavramını araştırınız. Hormonlu meyve üretimi ve tüketiminin insan hayatına etkilerini, sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız

3. BÖLÜM
BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; çiçeğin kısımlarını ve bu kısımların görevlerini, çiçekli bitkilerde döllenmeyi, tohum ve meyvenin oluşumunu, tohum çimlenmesini, dormansi ve çimlenme arasındaki ilişkiyi öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

çiçek, çimlenme, dormansi, döllenme, meyve, tohum, tozlaşma, üreme hücreleri

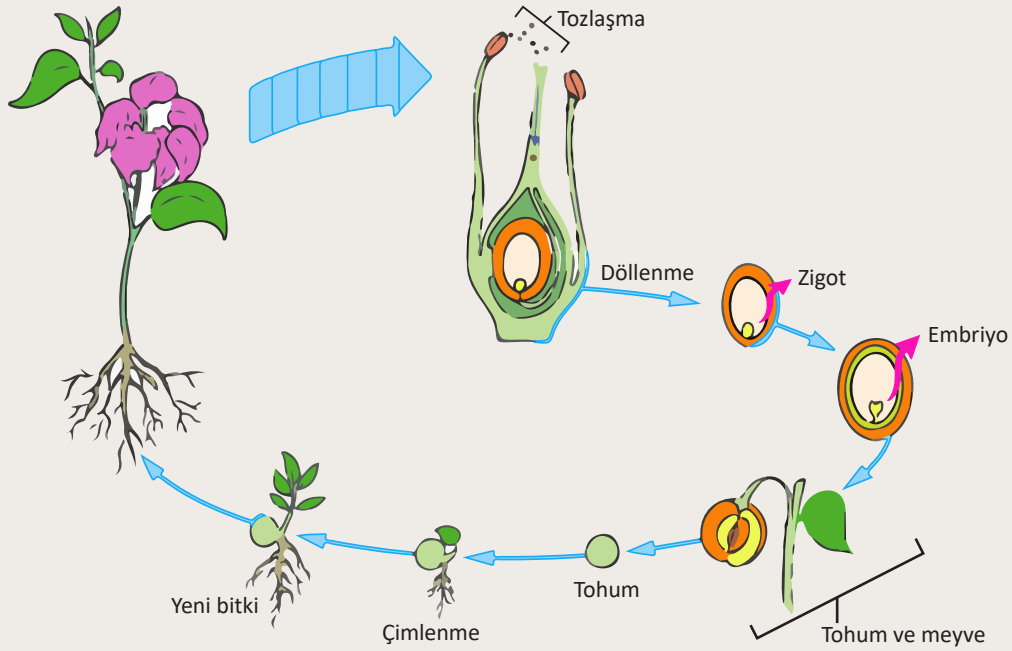
NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Bahar mevsiminde bazı insanlarda görülen alerjinin sebepleri neler olabilir?
2. Kış mevsiminin başlangıcında bitkilerde ne gibi değişiklikler görülür?
3. Çevrenizde gördüğünüz çiçekli bitkilere örnekler veriniz.

3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Bitkiler, eşeysiz veya eşeyli üreyebilir. Eşeysiz üreme ile aynı kalıtsal yapıya sahip çok sayıda bitki üretilir. Ancak eşeyli üreme sonucu genetik çeşitlilik oluşur. Bitkilerde eşeyli üreme, tohumlu bitkilerin üreme organı olan çiçekler ile sağlanır.

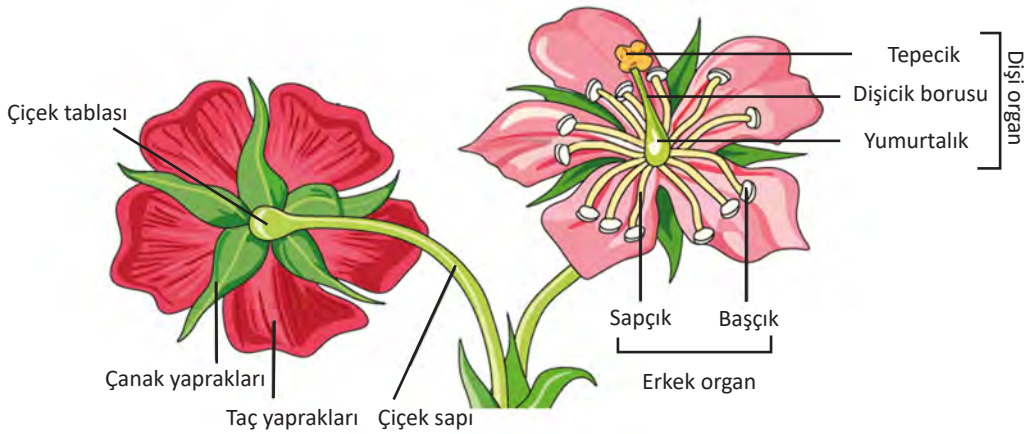
Açık ve kapalı tohumlu bitkilerin üreme şekilleri birbirinden farklıdır. Açık tohumlu bitkilerin üreme organlarına **kozalak** denir. Kozlaklı bitkilerde erkek üreme hücreleri (polen) erkek kozalaklarda üretilir, rüzgâr aracılığıyla dişi kozalaklara gelir ve yumurtayı döller. Oluşan zigot mitoz bölünmeler sonucunda embriyo hâline gelir. Embriyo, dişi kozalak içerisinde gelişir. Kapalı tohumlu bitkilerin üreme organı ise çiçeklerdir. Çiçekte tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumu meydana gelir (Görsel 3.66).



Görsel 3.66: Kapalı tohumlu bitkilerde eşeyli üreme

3.1. Çiçeğin Kısımları

Çiçek; çanak yapraklar, taç yapraklar, erkek organ ve dişi organlardan oluşur. Çiçekler çiçek sapına bağlı olarak bulunur (Görsel 3.67).



Görsel 3.67: Kapalı tohumlu bitkilerde çiçeğin yapısı

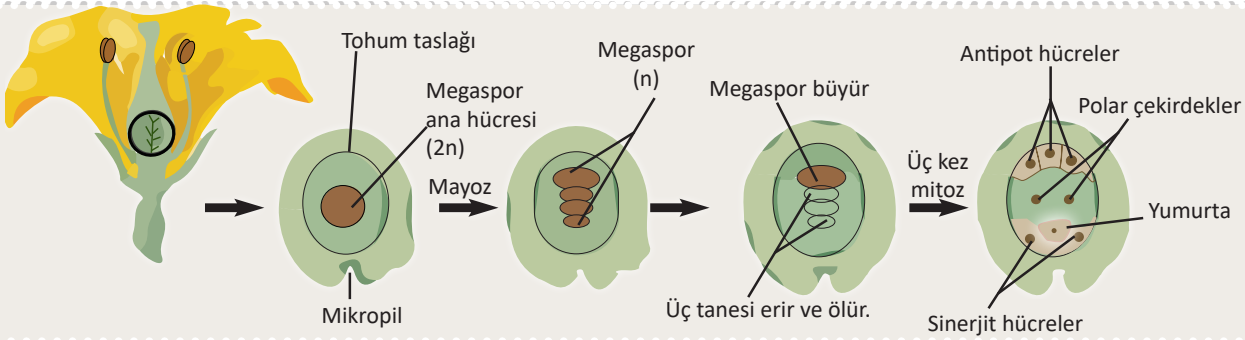
Dıştan içe doğru çiçeğin kısımları şunlardır:

Çiçek sapı, çiçeğin taşınmasını sağlar. Genellikle yeşil renkli olan **çanak yapraklar**, tomurcuk hâlindeyken çiçeği sararak korur. **Taç yapraklar;** renkli ve göz alıcıdır, böcekleri çeker ve tozlaşmaya yardımcı olur. **Erkek organ**; **sapçık** ile **başçık** olmak üzere iki kısımdan oluşur. Başçık, polenlerin üretildiği ve depolandığı kısımdır. Sapçık ise başçığın hareketliliğini sağlar. **Dişi organ**; **yumurtalık**, **tepecik** ve **dişicik borusu** olmak üzere üç kısımdan oluşur. Yumurtalıkta tohum taslağı bulunur. Tepecik, polenlerin tutulmasını, dişicik borusu ise polen tüpünün yumurtalığa geçişini sağlar.

Dişi organ, erkek organ, taç ve çanak yaprak yapılarının tamamını bulunduran çiçeklere **tam çiçek** denir. Bu yapılardan herhangi birinin eksik olduğu çiçeklere ise **eksik çiçek** denir. Dişi ve erkek çiçekleri aynı bitki üzerinde bulunduran bitkiye **monoik (tek evcikli)** denir. Mısır bitkisi, tek evcikli bitkilere örnek verilebilir. Bazı bitkilerde ise bitkinin üzerinde sadece dişi çiçek veya erkek çiçek bulunur. Böyle bitkilere ise **dioik (iki evcikli) bitkiler** denir. İncir, hurma gibi bitkiler dioik bitkilerdir.

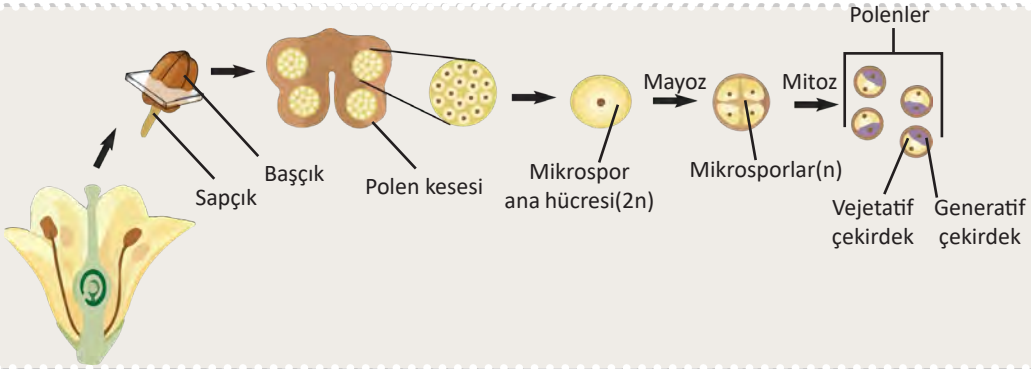
Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu

Dişi üreme hücresi yumurta, yumurtalıkta üretilir. Yumurtalıkta bulunan tohum taslağı içinde diploit kromozomlu **megaspor ana hücresi** vardır. Bu hücre, mayoz bölünme geçirerek dört tane haploit kromozomlu **megaspor** oluşturur. Oluşan hücrelerden üç tanesi ölür. Canlı kalan megaspor, art arda üç kez mitoz bölünme geçirerek sekiz tane haploit çekirdek oluşturur. Sekiz çekirdekten üçü bir kutba hareket eder, bunlara **antipot çekirdekler** denir. Diğer üçü ise zıt kutba hareket eder. Bu çekirdeklerden bir tanesi yumurta hücresini, iki tanesi ise **sinerjit çekirdekleri** oluşturur. Diğer iki çekirdek ise ortada polar çekirdeği (n+n kromozomlu) meydana getirir. Tohum taslağında oluşan bu yapıya **embriyo kesesi** adı verilir (Görsel 3.68).



Görsel 3.68: Çiçekli bitkilerde dişi üreme hücresinin oluşumu

Erkek üreme hücrelerinin üretimi ve depolanması, başçıkta gerçekleşir. Başçıkta dört polen kesesi ve bu keselerde çok sayıda diploit kromozomlu mikrospor ana hücreleri bulunur. Bu hücrelerin her biri mayozla dört tane haploit **mikrosporu** oluşturur. Her mikrospor çekirdeği bir mitoz bölünme geçirir. Ancak bu mitoz bölünmede sitoplazma bölünmesi gerçekleşmediği için oluşan polen iki çekirdeklidir. Bu çekirdeklerden bir tanesi **generatif çekirdek (üreten)**, diğeri **vejetatif çekirdek (tüp hücresi)** olarak isimlendirilir. Generatif çekirdek sperm çekirdeklerini oluşturur (Görsel 3.69). Vejetatif çekirdek polen tüpünü oluşturur. Bitkilerde polen yapısı türe özgü bir özelliktir.



Görsel 3.69: Çiçekli bitkilerde erkek üreme hücresinin oluşumu

ARAŞTIRINIZ

Farklı bitkilerin kendilerine özgü polen çeşitlerine sahip olmaları neden önemlidir? Araştırınız. Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.2. Çiçekli Bitkilerde Döllenme, Tohum ve Meyve Oluşumu

Tozlaşma

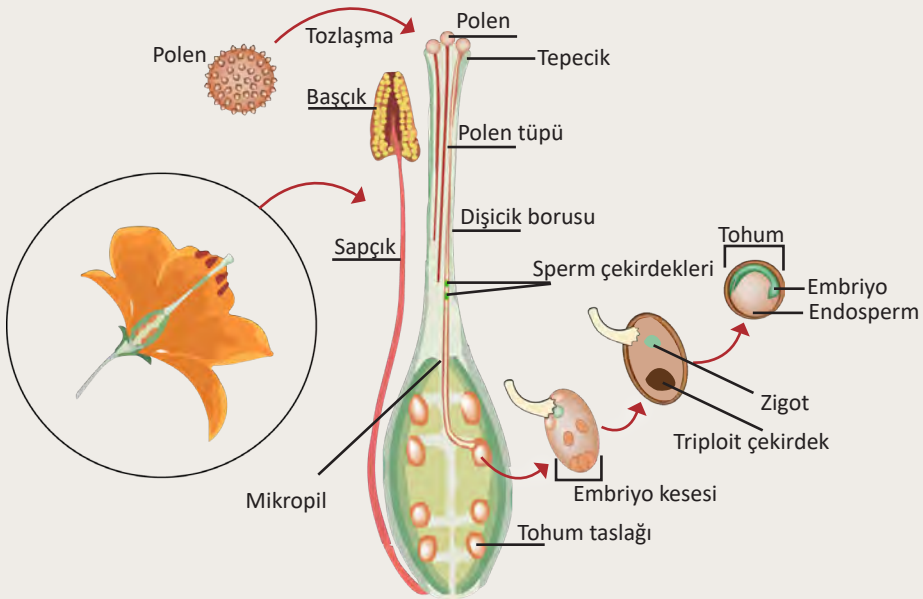
Erkek organda oluşan polenlerin; böcekler, kuşlar, rüzgâr, su vb. etkenlerle dişi organın tepecik kısmına taşınmasına **tozlaşma** denir. Bir çiçeğin dişi organına, aynı çiçekten veya aynı bitkinin başka çiçeğinden polenlerin taşınmasına **kendi kendine tozlaşma** denir. Bir bitkinin çiçeğindeki polenin, aynı türden başka bir bitkinin dişi organına taşınmasına ise **çapraz tozlaşma** denir. Çapraz tozlaşma ile kendi kendine tozlaşmaya göre daha fazla genetik çeşitlilik meydana gelir.

Döllenme

Polen, dişi organın tepeciğine konduğunda, polenin yapısındaki vejetatif çekirdek, polen tüpünü oluşturur. Polen tüpü dişi organın tepecik kısmından aşağıya doğru büyüyerek embriyo kesesine ulaşır. Oluşan polen tüpünde ilerleyen generatif çekirdek, bir mitoz bölünme geçirerek haploit kromozomlu iki sperm çekirdeği oluşturur. Sperm çekirdekleri, polen tüpündeki tohum taslağının mikropil adı verilen açıklığa ulaştığında tüpün ucu erir ve çekirdekler ovaryuma (yumurtalık) girer. Sperm hücrelerinden biri, yumurta hücresini dölleyerek diploit kromozomlu zigotu oluşturur. Diğer sperm çekirdeği ise iki polar çekirdek ile birleşerek triploit (3n) kromozomlu çekirdeği oluşturur. Zigot, embriyoyu oluşturmak için mitoz bölünmeler geçirir. Triploit çekirdek ise hızla mitoz bölünmeler geçirerek tohumun besinlerinin depolanacağı endosperm dokusunu (besi dokusu) oluşturur. Embriyo kesesinde iki sperm hücresinin farklı çekirdeklerle birleşmesi olayına **çift döllenme** denir (Görsel 3.70).

Sperm (n) + **yumurta (n)** —1. döllenme→ **zigot (2n)** —Mitoz→ **embriyo (2n)**

Sperm (n) + **polar çekirdek (n+n)** —2. döllenme→ **triploit çekirdek (3n)** —Mitoz→ **endosperm (3n)**

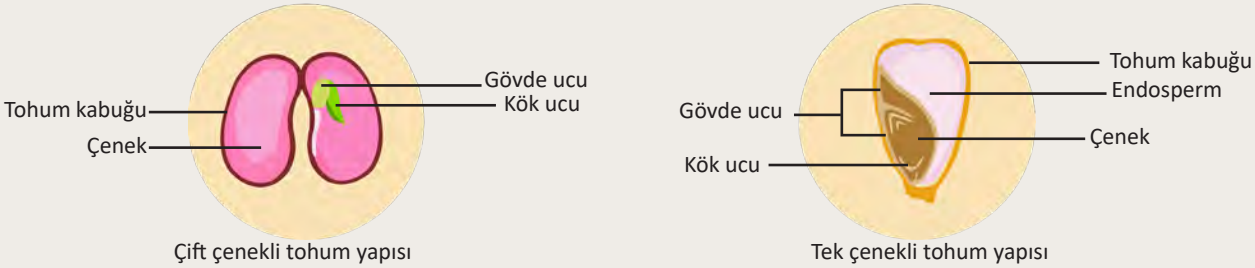


Görsel 3.70: Tozlaşma ve döllenme

Tohum ve meyve oluşumu

Tohumlu bitkilerin üreme ve yayılmasını sağlayan yapıya **tohum** denir. Olgunlaşmış bir tohum; dıştan içe doğru **tohum kabuğu**, **endosperm (besi doku)** ve **embriyo** kısımlarından oluşur. Döllenmenin ardından tohum taslağında bulunan bazı hücreler, değişerek tohum kabuğunu oluşturur. Kabuk, tohumu uygun olmayan çevre şartlarına ve mekanik etkilere karşı korur. Endosperm, karbonhidrat, yağ veya protein gibi besin maddelerini depolar ve embriyoya besin

sağlar. Bazı çift çenekli bitkilerde tohumlar, endosperm içermez ve gerekli besinler çeneklerden sağlanır. Embriyo, zigotun çok sayıda mitoz geçirmesiyle oluşur. Embriyonun yapısında embriyonik kök, embriyonik gövde ve çenek adı verilen yapılar bulunur. Embriyonik kök, bitkinin kök sistemini; embriyonik gövde ise sürgün sistemini oluşturur. Çenekler, tohum gelişirken endospermden besin emer ve çimlenme sırasında bunları embriyoya iletir (Görsel 3.71).



Görsel 3.71: Fasulye ve mısırda tohum yapıları

Döllenmeden sonra tohum taslağı gelişerek tohumu, yumurtalık da gelişerek meyveyi oluşturur. Tek yumurtalıktan oluşan meyvelere **basit meyve** denir (Görsel 3.72). Şeftali, kayısı, erik, kiraz vb. basit meyveye örnektir. Çilek, böğürtlen, ahududu, dut vb. ise çok sayıda yumurtalığın bir araya gelerek oluşturduğu **bileşik meyve**ye örnektir (Görsel 3.73).

Görsel 3.72: Basit meyve

Görsel 3.73: Bileşik meyve

ARAŞTIRINIZ

Etrafınızda bulunan çeşitli meyve örneklerinin basit veya bileşik meyve olup olmadıklarını araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Meyveler, uyku hâlindeki tohumları korur ve onların yayılmalarına yardım eder. Tohumların yayılması, bitkinin neslinin devamını sağlar. Meyvelerde görülen bazı farklılaşmalar, tohumların yayılmasında etkilidir. Bazı tohumlar, pervane görevi yapan meyvelerin içinde uçarak; bazı tohumlar ise meyve kabuğunun kuruyup dökülmesi ile çevreye yayılır. Meyvelerin yayılmasında hayvanlar, su, rüzgâr vb. faktörler de etkilidir. Dikenli meyve kabukları; hayvanların kürklerine, kuşların tüylerine ve insan giysilerine tutunarak taşınır. Hayvanlar, bazı meyve çekirdeklerini sindirmeden başka alanlara bırakabilir. Bazı meyveler de suyla taşınarak başka alanlara yayılabilir.

ARAŞTIRINIZ

Bal arıları ile bitkiler arasındaki ilişkiyi ve bal arılarının dünya üzerinde azalmasının etkilerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.3. Çimlenme

Tohumun genç bitkiyi oluşturmak için uygun ortam koşullarında geçirdiği değişimlere **çimlenme** denir. Tohumun çimlenebilmesi için su, oksijen ve uygun sıcaklık gereklidir. Döllenmeden sonra çevreye dağılan tohumlar, uygun ortam şartları oluştuğunda su alır. Tohumda metabolik olaylar hızlanır. Bu sırada fotosentez yapamayan embriyonun besin ihtiyacını, besi doku sağlar. Enerji üretimi artar. Hücrelerin büyümesi ve mitoz bölünmeler hızlanır. Tohum kabuğu çatlar. Kabuğu çatlayan tohumların embriyosu, serbest kalır ve büyür.

Çimlenmekte olan tohumdan ilk olarak embriyonik kök çıkar. Daha sonra oluşan embriyonik gövde, yukarı doğru uzamaya başlar ve yeni bitki (fide) oluşur. Fasulye gibi çift çenekli bitkilerde, çimlenme sırasında tohum içinde kalan embriyonik gövde yukarı doğru büyürken çenekler toprak üstünde kalır. Mısır gibi tek çenekli bitkilerin çoğunda ve bezelye gibi çift çenekli bazı bitkilerde ise çenekler, toprak altında kalır.

Çimlenmeye etki eden çevre faktörleri şunlardır:

Su: Çimlenmenin başlayabilmesi için gereklidir. Enzimlerin çalışmasının başlamasında ve hızlanmasında etkilidir. Gereğinden fazla su ise tohumun oksijen almasını engelleyerek tohumun çürümesine neden olabilir.

Sıcaklık: Enzimlerin çalışma hızını etkiler. Birçok bitkinin çimlenmesi için uygun sıcaklık 25 °C civarıdır.

Oksijen: Çimlenme sırasında embriyo hücrelerinin oksijen ihtiyacı artar. Henüz fotosentez başlamadığından ihtiyacı olan oksijeni dışarıdan karşılar.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilenlerde çimlenme sırasında ne gibi değişimler gözlenir?

- Embriyo büyüklüğü
- Solunum hızı
- Hücre sayısı ve yeni doku oluşumu
- Su emilimi
- Çenek büyüklüğü
- Bitkinin kuru ağırlığı

7. ETKİNLİK

ETKİNLİĞİN ADI : Tohumun çimlenmesinin gözlemlenmesi
ETKİNLİĞİN AMACI : Tohumun çimlenmesini gözlemleyip çimlenmeye etki eden faktörleri tespit etmek
ETKİNLİĞİN SÜRESİ : 1 hafta
ARAÇ GEREÇ : Çeşitli bitki tohumları (fasulye, bezelye, nohut), su, pamuk, 7 adet petri kabı, kapaklı karton kutu, cam kalemi, buzdolabı, inkübatör, cam fanus

ETKİNLİĞİN YAPILIŞI

1. Petri kaplarını numaralandırınız.
2. Her bir petri kabının içine pamuk yerleştiriniz.
3. Her bir petri kabına, aynı sayıda fasulye, bezelye ve nohut tohumlarını yerleştiriniz (Görsel 3.74).
4. Birinci petri kabını, kontrol grubu olarak belirleyiniz. Bir yemek kaşığı su ile ıslatınız. Oda sıcaklığında bekletiniz.
5. İkinci petri kabını, bir yemek kaşığı su ile ıslatınız. Gün ışığında bekletiniz.
6. Üçüncü petri kabını, bir yemek kaşığı su ile ıslatınız. Kapaklı karton kutu içinde bekletiniz.
7. Dördüncü petri kabını pamuğu ıslatmadan oda sıcaklığında bekletiniz.
8. Beşinci petri kabını, bir yemek kaşığı su ile ıslatınız. +4 °C buzdolabında bekletiniz.
9. Altıncı petri kabını, bir yemek kaşığı su ile ıslatınız. 250 °C sıcaklığa ayarlanmış inkübatörde bekletiniz.
10. Yedinci petri kabını, bir yemek kaşığı su ile ıslatınız. Üzerine cam bir fanus kapatarak bekletiniz.
11. Bir hafta boyunca gözlemleyiniz. Bir çizelge hazırlayarak gözlemlerinizi kaydediniz.
NOT: Siz de tohumun çimlenmesi ile ilgili bir deney tasarlayınız.

Görsel 3.74: Tohumun çimlenmesi

DEĞERLENDİRME

1. En iyi çimlenme, hangi ortamda gerçekleşmiştir?
2. Tohumlar, hangi şartlarda çimlenir?
3. Farklı bitkilerdeki çimlenme sıcaklıkları, birbirinden neden farklıdır?

3.4. Dormansi ve Çimlenme

Işık, su ve ısı gibi faktörlerin yetersiz olduğu dönemde bitkilerin gelişmelerini yavaşlatmaları veya durdurmaları durumuna **dormansi** denir. Absisik asit uyku hâlini (dormansi) teşvik ederek tohumun çimlenmesini engeller. Tohumda depolanan besin miktarı ve çeşidi, tohum kabuğunun dayanıklılığı tohumun dormansi süresini etkiler. Uygun koşullarda dormansi durumu sonlanır ve tohum, yeni bir bitkiyi oluşturmak için çimlenir. Dormansi durumunda bitki türlerinin tohumları donma, kuraklık ya da aşırı nem gibi olumsuz koşullara karşı direnç sağlar ve zarar görmeden çimlenir.

Bitkilerin yaşadıkları ortamlara adaptasyonu, dormansilerinin farklı şekillerde sonlanmasını sağlar. Farklı tohumlarda dormansinin kırılabilmesi için farklı şartlar gerekli olabilir. Bazı bitki tohumları, çimlenmeye başlamak için sadece suya; bazıları ise uzun süre soğuk bir ortamda (kış süresi) bekletilmeye ihtiyaç duyar. Bazı tohumlar, ortam nasıl olursa olsun belli bir süre geçmeden çimlenmez. Bazen ışığın varlığı bazen de karanlık, tohumların dormansi durumunu sonlandırabilir.

Okuma Parçası

LİTYUM-İYON PİLLERE POLENDEN ELEKTROT

ABD'deki Purdue (Pördi) Üniversitesinden araştırmacılar, polenleri kullanarak lityum-iyon piller için elektrot üretti. Bir pilde artı kutup olan anot ve eksi kutup olan katot olmak üzere iki kutup bulunur. Günümüzün lityum-iyon pillerindeki anotlar grafitten yapılıyor. Lityum iyonları elektrolit adı verilen bir sıvı içinde bulunuyor ve pilin şarj olması sırasında bu iyonlar anotta depolanıyor.

Purdue Üniversitesinde Doçent olan Vilas Pol (Vales Pul) ve doktora öğrencisi Jialiang Tang (Yaling Teng), arılardan ve su kamışlarından elde edilen polenlerden karbon anot oluşturmayı denediler. Arı polenleri farklı polen tiplerinin karışımından oluşurken su kamışı polenlerinin hepsi aynı tipte oluyor. Araştırmacılar piroliz adı verilen bir yöntem kullanarak polen parçacıklarını şekilleri hiç bozulmadan saf karbondan oluşan yapılara dönüştürdüler. Piroliz, polenlerin argon gazı içeren bir kazan içinde yüksek sıcaklık altında işlemden geçirildiği bir yöntemdir. Polenler daha sonra piroliz işleminde olduğundan biraz daha düşük bir sıcaklıkta ve oksijenin varlığında başka bir işlemden geçirilerek etkinleştiriliyor. Bu işlem sonunda polenden elde edilen karbon yapılarda gözenekler oluşması sağlanıyor. Bu da enerji depolama kapasitelerini artırıyor. Araştırmacılar polenlerden elde ettikleri anotların çeşitli hızlarda şarj olabildiğini gösterdi. 10 saatlik bir şarj, pilin tamamen dolmasıyla sonuçlanırken sadece bir saatlik şarjla pilin yarıdan fazlasının dolduğu görüldü. Pol, grafitin kuramsal şarj kapasitesinin gram başına 372 miliamper-saat olduğunu, ancak polen temelli anotta sadece bir saatlik şarjla bile 200 miliamper-saate ulaşıldığını belirtiyor. Araştırmacılar farklı iklim koşullarının etkisini görebilmek için karbon yapıları 25°C'lik ve 50°C'lik sıcaklıklarda ayrı ayrı denemiş. Bulgulara göre su kamışı polenleri arı polenlerinden daha yüksek performans gösteriyor.

Polenler, Tang'in ilgisini ilk defa annesinde polen alerjisi ortaya çıktığı zaman çekmiş. Polenlerin çeşitliliğine ve mikro yapılarına hayran kalmış. Ancak onları pillerde kullanma fikri, pillerle ilgili bir araştırmada çalışmaya başlaması ve biyokütlenin karbonlaştırılması konusunda daha fazla bilgi edinmesiyle ortaya çıkmış. Araştırmacılar buldukları bu yeni yöntem üzerinde çalışmaya devam ediyor. Pol'a göre bu araştırma sadece yöntemin prensipte çalıştığını gösteriyor ve yöntemin ne kadar kullanışlı olduğunu anlamak için daha fazla çalışma gerekiyor.

İlay Çelik Sezer

http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/btd580_10.pdf MART 2016

(Düzenlenmiştir.)

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

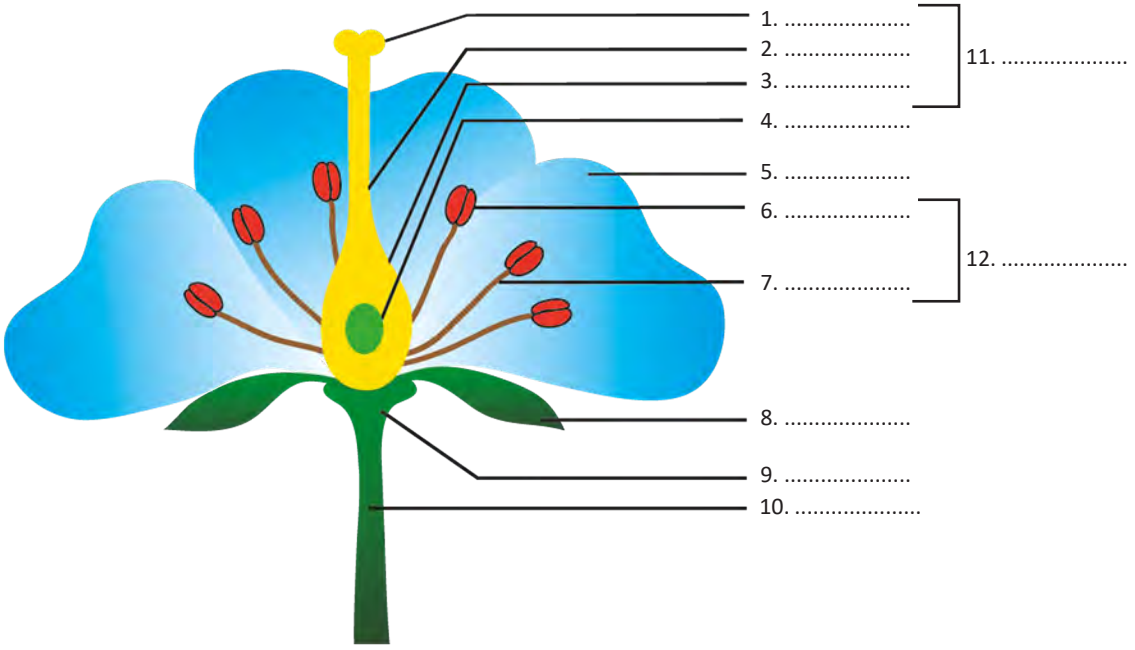
basınç akış teorisi	embriyo	etilen	tozlaşma	kohezyon
lentisel	kaliptra	gutasyon	havalandırma parankiması	endosperm
adhezyon	yaş halkaları	tropizma	endosperm	giberellin

1. Kök ucunda bulunan, kökü koruyan ve kökün toprakta ilerlemesini sağlayan yapıya …….. denir.
2. Odunsu bitkilerde ilkbahar ve sonbaharda oluşan ……. gövdenin kalınlaşmasını sağlar.
3. Bataklıklarda yaşayan bitkilerin kök ve gövdelerinde ……..…..... bulunur.
4. …… denilen yapılar periderm üzerinde bulunur ve dış ortamla gaz alışverişini sağlar.
5. Dış etkilerden dolayı bitkinin herhangi bir yöne yönelme tepkisine ……..…… denir.
6. Döllenme olmaksızın meyve gelişimini sağlayan ……. hormonudur.
7. Meyve ve sebzelerin hava almayan bir kapta daha çabuk olgunlaşmasına ve bozulmasına …….. hormonu sebep olur.
8. Floemde organik besinlerin taşınması ……. ile açıklanır.
9. Su ve mineral fazlasının kök basıncının etkisi ile yaprak uçlarından damlama şeklinde atılmasına ..... denir.
10. Aynı tür moleküllerin birbirini çekmesine ……, farklı tür maddelerin birbirine tutunma eğilimine ise …….. denir.
11. Çiçeğin yumurtalığında çift döllenme ile …… ve …… oluşur.
12. Erkek organda oluşan polenlerin dişi organın tepecik kısmına taşınmasına ……. denir.
13. Tohumun çimlenip ilk yapraklarını meydana getirinceye kadar geçen süreçte ihtiyacı olan besin ……. tarafından karşılanır.

14.

dişi organ, tepecik, dişicik borusu, çanak yaprak, sapçık, taç yaprak, erkek organ, başçık, çiçek sapı, yumurtalık, çiçek tablası, tohum taslağı

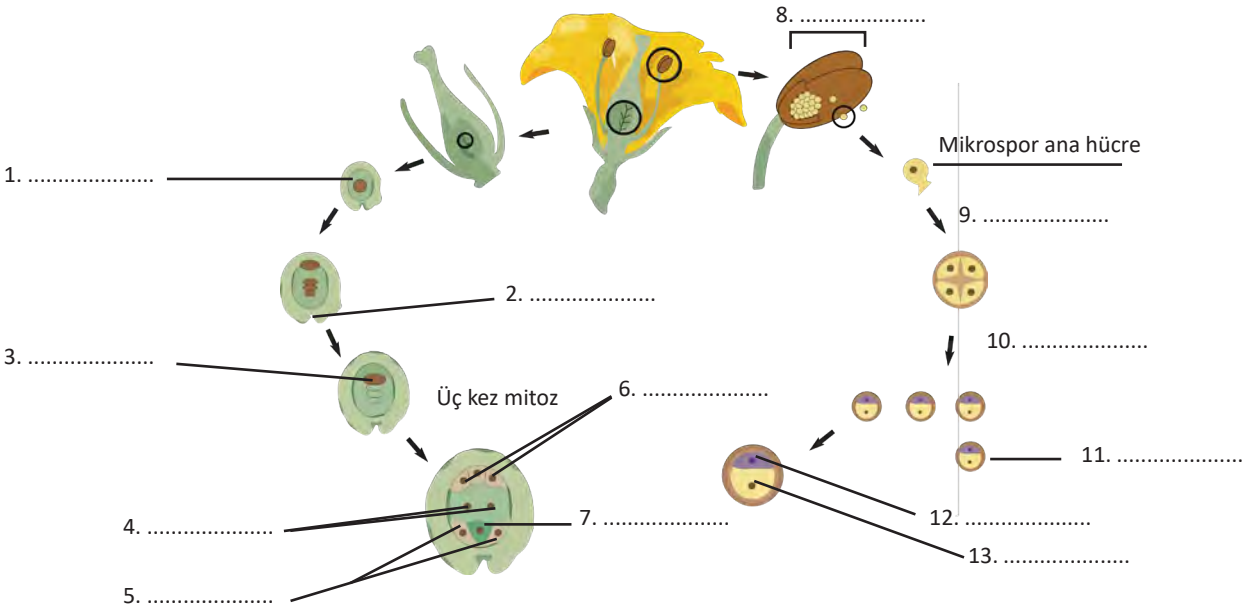
Yukarıda tam çiçeğin kısımları ile ilgili bazı kavramlar verilmiştir. **Aşağıda verilen şekil üzerindeki boş bırakılan yerlere doğru kavramları yazınız.**



15.

başçık, mitoz, vejetatif hücre, polar çekirdekler, generatif hücre, antipot hücreler, polen, megaspor, yumurta, megaspor ana hücresi, mikropil, sinerjit hücreler, mayoz

Yukarıda bitkinin eşeyli üremesi ile ilgili bazı kavramlar verilmiştir. **Aşağıdaki şekilde boş bırakılan yerlere doğru kavramları yazınız.**



B) Aşağıda numara ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

16. Tabloda rakam ile verilen ifadeleri, harf ile verilen kavramlar ile eşleştirerek aşağıda boş bırakılan yerlere yazınız.

1. Çiçeğin taşınmasını sağlar.	a) Çanak yapraklar
2. Erkek organda polen üretilen kısımdır.	b) Yumurtalık
3. Tomurcuğu saran genellikle yeşil renkli yapraklardır.	c) Çiçek sapı
4. Böcekleri çekerek tozlaşmaya yardımcı olan kısımdır.	ç) Başçık
5. Dişi organda tohum taslağının bulunduğu yerdir.	d) Tepecik
6. Dişi organda polenlerin tutulduğu yerdir.	e) Taç yapraklar

1. ..... 2. ..... 3. ..... 4. ..... 5. ..... 6. .....

C) Aşağıda açık uçlu soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

17. Fotosentezin hızının artması, ksilemdeki madde taşınmasını nasıl etkiler? Yazınız.

.....

18. Kışın yaprağını dökmüş olan kavak ağacında suyun ksilemden taşınması nasıl etkilenir? Yazınız.

.....

19. Bir bitkinin gövdesi, toprağa yakın bir yerden tamamen kesildiğinde kökten su gelmesini nasıl açıklarsınız? Yazınız.

.....

20. Topraksız tarım uygulamalarının avantajları nelerdir? Yazınız.

.....

21. Bitkilerin korunmasının canlılar için önemli olmasının nedenleri nelerdir?

.....

22. İlkbaharda çiftçiler, ağaçların dibine buz uygulaması yaparlar. Bunun sebebini açıklayınız?

.....

23. Aşağıdaki tabloda iletim demetleri ile ilgili sorular verilmiştir. Soruların cevaplarını ksilem ve floemin özelliklerine göre karşılarındaki boşluğa yazınız.

KARŞILAŞTIRMA YÖNÜ	KSİLEM	FLOEM
Hücreleri canlı mıdır?		
Neler taşınır?		
Madde iletim hızı nasıldır?		
Maddelerin taşınma yönü nasıldır?		
Madde iletiminde komşu hücrelerden yardım alır mı?		
Madde taşınması sırasında enerji harcanır mı?		

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

24. Aşağıdaki verilenlerden hangisi meristem doku hücrelerinin özelliklerinden biri değildir?

A) Hücrelerinin arasında boşluk vardır.
B) Çekirdekleri büyüktür.
C) Çeperleri incedir.
D) Kofulları küçüktür.
E) Bol sitoplazmalıdır.

25. Floem ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Floem sklerenkiması, destek sağlamada görev yapar.
B) Kalburlu borular ve arkadaş hücreleri besin iletiminde görev yapar.
C) Madde taşınması çift yönlü olarak devam eder.
D) Madde taşınması ksileme göre hızlı gerçekleşir.
E) Floem parankiması, besinlerin depo edildiği hücrelerdir.

26. Kök büyümesi gerçekleşirken kaygan bir madde salgılayıp kökün rahatlıkla uzamasını sağlayan yapı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Uç meristemi B) Emici tüy C) Yanal meristem D) Kaliptra E) Kambiyum

27. Aşağıda verilenlerden hangisi temel dokunun görevlerinden biri değildir?

A) Fotosentez yapma
B) Madde depolama
C) Salgı yapma
D) Destek sağlama
E) Madde iletimini sağlama

28. Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla aşağıdakilerden hangisi oluşmaz?

A) Stoma B) Hidatod C) Kutikula D) Tüy E) Emergens

29. Yaprağın mezofil tabakasında aşağıdakilerden hangisi bulunmaz?

A) Parankima hücreleri B) Ksilem C) Floem D) Hava boşlukları E) Stoma

30. Aşağıda verilenlerden hangisi kökün görevlerinden biri değildir?

A) Toprağa bitkiyi sıkıca bağlamak
B) Bazı bitki hormonlarını sentezlemek
C) Besin maddelerini depolamak
D) Su ve minerallerin topraktan alınmasını sağlamak
E) Bitkinin enine büyümesini sağlamak

31. Aşağıdakilerden ifadelerden hangisi odunsu gövdeli bitkiler için söylenemez?

A) Kalın yapılı ve koruyucu bir kabuk bulundururlar.
B) Enine ve boyuna büyüme görülür.
C) Buğday, lale, zambak, mısır vb. canlılarda görülür.
D) Genellikle çift çeneklidir.
E) Gövdede yaş halkaları meydana gelir.

32. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde topraktan daha fazla su ve mineral alınmasını sağlayan yapıdır?

A) Emici tüy B) Kaliptra C) Korteks D) Endodermis E) Uç meristem

33. Yaprak ayası ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Fotosentezin en çok meydana geldiği yerdir.
B) Yaprak ayasının büyüklüğü arttıkça güneş ışığı daha fazla tutulur.
C) Terleme olayı ile bitkide su kaybını gerçekleştirir.
D) Bitkinin yaşadığı ortam kurak ise yaprak ayası büyüktür.
E) Farklı bitki türlerinde şekilleri farklıdır.

34. Aşağıdakilerden hangisi kurak bölgede yaşayan bitkilerde görülür?

A) Yaprakların geniş olması
B) Stoma sayısının çok olması
C) Kütikula tabakasının kalın olması
D) Yaprak uçlarında damlama olması
E) Stomanın dışarı doğru yüzeysel durumda olması

35. Bitki yaprakları kullanılarak,

I. Erozyonu önleme
II. Keten ve kenevir bitkisinden kumaş üretme
III. Kuru soğandan tekstil boyası üretme
IV. Aromatik ürünler elde etme
V. Odun elde etme

olaylarından hangileri gerçekleştirilir?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV D) II, III ve IV E) III, IV ve V

36. Canlılarda gerçekleşen,

I. Böcekkapan bitkisinin böceği yakalaması
II. Sarmaşığın tutunarak büyümesi
III. Küstüm otunun dokunma sonunda kapanması
IV. Bitkinin yapraklarının ışık aldığı tarafa yönelmesi
V. Akşamsefası bitkisinin ışık azaldığında açması

durum değiştirme ve yönelme hareketlerinden hangilerinde uyaranın yönü önemlidir?

A) I ve IV B) II ve IV C) I, II ve III D) II, III ve V E) III, IV ve V

37. Yapay bitki hormonları;

I. Yabani ot mücadelesi
II. Yaprakların yaşlanmasını geciktirme
III. Tozlaşmasız meyve oluşumu
IV. Meyve olgunlaştırılması

olaylarının hangilerinin gerçekleşmesinde kullanılır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I , III ve IV D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

38. Ksilemde madde taşınmasına etki eden faktörlerden;

I. Terleme kohezyon kuvveti
II. Kılcallık
III. Kök basıncı

etkisi en az olandan en fazla olana sıralanışı aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) I - II - III B) III - II - I C) II - III - I D) II - I - III E) I - III - II

39. Besinlerin floemde taşınması sırasında,

I. Suyun kalburlu borulara geçmesi
II. Arkadaş hücrelerine fotosentez ürünlerinin gelmesi
III. Kalburlu borularda ozmotik basıncın artması
IV. Kalburlu borulardan besinin arkadaş hücrelerine geçmesi
V. Suyun ksileme geçmesi

olaylarından en son gerçekleşen aşağıdakilerden hangisidir?

A) I B) II C) III D) IV E) V

40. Kökte su ve minerallerin emilmesi ile ilgili aşağıda verilen açıklamalardan hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Topraktaki mineraller, kök hücrelerine enerji harcanarak alınır.
B) Kökte su ve mineral alımı için emici tüyler, yüzeyi artırmıştır.
C) Topraktan alınan su ksileme geçerken sırasıyla epidermis, endodermis ve korteksten geçer.
D) Kök hücreleri, suyu alırken enerji harcamaz.
E) Hücre çeperinden ve sitoplazmasından geçerek taşınır.

41.

Farklı Mineral İçeren Toprak Çeşidi	Yaprak Sayısı
Tüm mineralleri yeterince içeren toprak	50
X minerali eksik toprak	40
Y minerali eksik toprak	30
Z minerali eksik toprak	20

Yukarıdaki tabloda farklı mineral miktarı içeren topraklarda gelişen bir bitkinin yaprak sayısı verilmiştir. Bununla ilgili;

I. Bitkideki yaprak oluşumunda X minerali Z mineraline göre daha etkilidir.
II. Y mineralinin eksikliği X minerali ile giderilebilir.
III. Z mineralinin bitkideki yaprak oluşumuna etkisi Y mineraline göre daha fazladır.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

42. Bazı bitkilerde topraktan su ve mineralleri alabilmek için bakteri ile nodül, mantar ile mikoriza oluşumu gözlenir. **Oluşan bu yapılar ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Mikoriza bulunduran bitkiler, bulundurmayanlardan daha hızlı gelişir.
B) Nodül, baklagillerin kök hücrelerinde azot tuzları biriktirir.
C) Nodül içerisinde Rhizobium bakterileri bulunur.
D) Mikoriza ile bitki kök hücreleri arasında parazitlik görülür.
E) Nodül oluşturan bitkiler, toprakta gübre kullanımını azaltabilir.

43.

Bitki Türleri	Köklerdeki Osmotik Basınç
△	5.25
⬭	2,35
□	1,15

Yukarıda tabloda farklı bitkilerin köklerindeki osmotik basınç değerleri verilmiştir. Bununla ilgili,

I. △ türünün yaşadığı ortam □ türüne göre daha kuraktır.
II. □ türünde stoma, yaprağın üst yüzeyinde daha çok bulunur.
III. ⬭ türünde kütikula diğerlerinden kalındır.

açıklamalarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

44. Dormansi ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Absisik asit, dormansinin devam etmesinde etkilidir.
B) Tohum kabuğunun dayanıklılığı, tohumun dormansi süresini etkiler.
C) Uygun koşullarda dormansi durumu devam eder.
D) Farklı tohumlarda dormansinin kırılabilmesi için farklı şartlar gereklidir.
E) Tohumda depolanan besin miktarı, dormansi süresini etkiler.

45. Aşağıda tohumun çimlenme basamakları karışık olarak verilmiştir.

1- Tohum kabuğu çatlar ve embriyo serbest kalarak büyür.
2- Çimlenmekte olan tohumdan ilk olarak embriyonik kök çıkar.
3- Tohumda metabolik olaylar hızlanır.
4- Hücrelerin büyümesi ve mitoz bölünmeler hızlanır.
5- Tohumlar, uygun ortam şartları oluştuğunda su alır.
6- Enerji üretimi artar.

Bu olayın gerçekleşme basamaklarının sıralanışı, aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

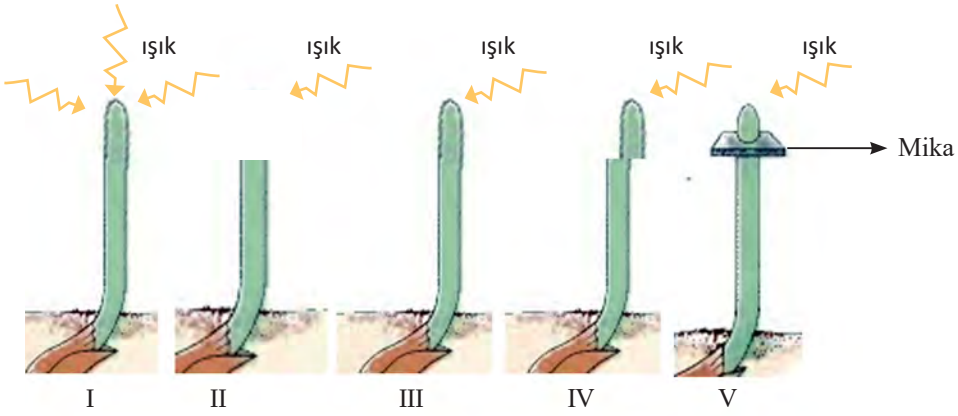
A) 5-3-6-4-1-2 B) 5-2-3-1-4-6 C) 5-1-4-6-2-3 D) 3-5-4-6-1-2 E) 3-4-1-2-6-5

46. Aşağıda verilen eşleştirmelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Kabuk → Tohumu, uygun olmayan çevre şartlarına ve mekanik etkilere karşı korur.
B) Endosperm → Embriyoya besin sağlar.
C) Embriyonik kök → Bitkinin kök sistemini oluşturur.
D) Embriyonik gövde → Sürgün sistemini oluşturur.
E) Çenekler → Bitkinin çok sayıda mitoz geçirmesiyle oluşur.

47 - 50. soruları aşağıda verilen açıklamalara göre cevaplayınız.

Bir öğrenci, eşit koşullarda özdeş yulaf bitkisi koleoptillerini kullanarak aşağıdaki düzeneği hazırlamıştır.



Öğrenci hazırladığı bu düzeneği bir süre gözlemlemiş ve koleoptillerdeki gelişim farklılıklarını izlemiştir.

47. Bu gelişim sırasında farklı yönelimlere neden olan etken nedir? Yazınız.

.....

48. Beş numaralı koleoptilde mika yerine geçirgen olan agar kullanılırsa bitkide ne gibi bir gelişim gerçekleşir? Yazınız.

.....

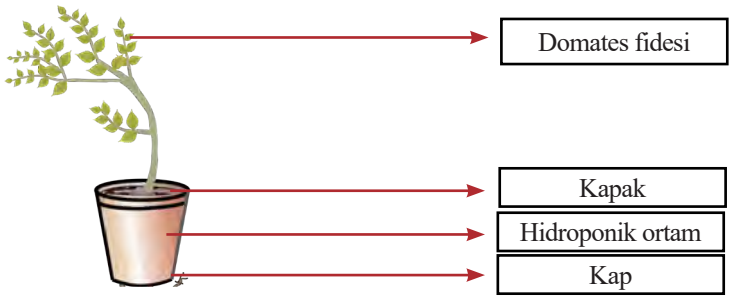
49. İkinci ve üçüncü koleoptillerde gelişim olayları neden farklıdır? Açıklayınız.

.....

50. Bu koleoptillerden hangisinde veya hangilerinde yönelme <u>görülmez</u>?

A) Yalnız I B) I, II ve III C) I, II ve V D) I, III ve V E) II, IV ve V

51 - 55. soruları aşağıda verilen açıklamalara göre cevaplayınız.



Hasan ve Adem, topraksız kültür ortamında (hidroponik ortam) domatesin yetiştirilmesi ve bitkinin büyümesini etkileyen faktörler ile ilgili araştırma yapmak için görev dağılımı yapıyorlar. Hasan verileri topladıktan sonra Adem, yukarıda verilen deney düzeneğini hazırlıyor.

NOT: Kabın kapağı O_2 gazına geçirgendir, su buharına geçirgen değildir.

51. Deney düzeneğinde bulunan hidroponik ortamdaki sıvının emilim hızını artırmak için Hasan ve Adem'in ne yapmaları gerekmektedir?

.....

.....

52. Hidroponik sıvının emilimi artırıldığında bitkinin büyümesinde nasıl bir değişiklik gözlenir? Yazınız.

.....

.....

53. Deney düzeneğinde bulunan hidroponik ortamdaki sıvının emilim hızını azaltmak için Hasan ve Adem'in ne yapmaları gerekmektedir?

.....

.....

54. Aşağıdaki tabloda deney düzeneği üzerinde yapılan bazı uygulamalar verilmiştir. **Bitki büyümesini olumsuz etkileyen uygulamaların karşısındaki kutucuğa "X" işareti koyunuz.**

Düzenek, içerisinde KOH olan kapla birlikte cam fanus içerisine alınarak ışık verilmesi	
Düzeneğin bulunduğu hidroponik ortam alınarak sadece saf su konması	
Bitkinin bulunduğu ortam ısısını uzun süre 60 ^{O}C'de tutmak	
Bitkinin yapraklarına bal mumu sürmek	
Havanın nem miktarını artırmak	

55. Adem; domates fidesinin gövdesini, kapağın 1 cm yukarısından kesiyor. Gövdenin kesilen yerinden su geldiğini gözlüyor. **Suyun gelmesinin sebebi ne olabilir? Yazınız.**

.....

.....

56 - 58. Sorular aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Ayşe annesine çiçek toplarken çiçeklerden bazılarının canlı renkte ve dikkat çekici olduğunu, bazılarının da yeşil renkte ve dikkat çekici olmadığını fark etmiştir. Bu konuda araştırma yaptığında şu bilgilere ulaşmıştır: Çiçekli bitkiler, değişik yollarla tozlaşacak şekilde yaşadıkları ortama uyum sağlar. Çiçeklerde bulunan erkek organın açılmasıyla polenler, çeşitli etkilerle çevreye dağılır. Bu polenlerin dişi organın tepeciğine konmasıyla tozlaşma gerçekleşir. Tozlaşmanın ardından süregelen olaylar, meyve ve tohumu oluşturur.

56. Aşağıda meyve ve tohum oluşumu aşamaları karışık olarak verilmiştir. **Bu aşamaların gerçekleşme sırasını boş bırakılan yere yazınız?**

Döllenme	Embriyonun oluşumu	Polen oluşumu	Tozlaşma	Meyve ve tohum oluşumu
1	2	3	4	5

……..

57. Bazı çiçeklerin renkli ve dikkat çekici olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Böcekleri kendisine çekmek
B) Otçullardan korunmak
C) Rüzgârla tozlaşmak
D) Polen ve yumurta geliştirmek
E) Meyve gelişimini hızlandırmak

58. Eşeyli üreyen hayvanların spermi ile yumurtası arasında bulunan uyum, bitkilerin poleni ile dişicik tepeciği arasında da bulunmaktadır. **Bitkilerdeki bu uyum neyin gerçekleşmesini sağlar?**

……

……

……

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

"Bitki Biyolojisi" ünitesinin sonunda neleri, ne kadar öğrendiğinizi anlamak için kendinizi değerlendirebilirsiniz.

Bunu yapabilmek için "Her zaman", "Bazen", "Hiçbir zaman" şeklinde derecelendirilen ölçütlerden size uygun olanını işaretleyiniz. Değerlendirme sonucunda "Bazen" veya "Hiçbir zaman" cevaplarınız çoğunlukta ise üniteyi tekrar gözden geçiriniz.

Sıra No.	DAVRANIŞLAR	DERECELER		
		Her zaman	Bazen	Hiçbir zaman
1	Çiçekli bir bitkinin temel kısımlarının yapı ve görevlerini açıklayabilirim.			
2	Bitki gelişiminde hormonların etkisini örneklerle açıklayabilirim.			
3	Bitki hareketlerinin gözlemlenebileceği kontrollü deney yapabilirim.			
4	Köklerde su ve mineral emilimini açıklayabilirim.			
5	Bitkilerde su ve mineral taşınma mekanizmasını açıklayabilirim.			
6	Bitkilerde fotosentez ürünlerinin taşınma mekanizmasını açıklayabilirim.			
7	Bitkilerde su ve madde taşınması ile ilgili deney tasarlayabilirim.			
8	Bitkilerin günlük hayatımızdaki yerini değerlendirebilirim.			
9	Çiçeğin kısımlarını ve bu kısımların görevlerini açıklayabilirim.			
10	Çiçekli bitkilerde döllenmeyi, tohum ve meyvenin oluşumunu açıklayabilirim.			
11	Tohum çimlenmesinin gözlemlenebileceği deney tasarlayabilirim.			
12	Dormansi ve çimlenme arasında ilişki kurabilirim.			

CANLILAR VE ÇEVRE

4 ÜNİTE

1. CANLILAR VE ÇEVRE

1. BÖLÜM
CANLILAR VE ÇEVRE

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu bölümde; çevre şartlarının genetik değişimlerin sürekliliğine olan etkisini, tarım ve hayvancılıkta yapay seçilim uygulamalarını öğreneceksiniz.

KAVRAMLAR VE TERİMLER

adaptasyon, doğal seçilim, mutasyon, varyasyon, yapay seçilim

NELER BİLİYORSUNUZ?

1. Grip aşılarının her yıl yenilenmesinin nedeni nedir? Açıklayınız.
2. Meyve ağaçlarının ilaçlanması konusunda neler düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
3. İklim, sıcaklık vb. çevre koşullarının değişmesinin canlılar üzerindeki etkileri konusunda neler düşünüyorsunuz? Paylaşınız.

1. CANLILAR VE ÇEVRE

Yeryüzünde geçmişten günümüze kadar; pek çok değişim meydana gelmiştir. Bu değişimler canlı türleri üzerinde de etkili olmuştur. Paleontolojik çalışmalar sonucunda tortul kayaçlardan oluşan tabakalar arasında bulunan fosillerin günümüzdeki canlılara daha az benzediği, hatta dinozor ve mamut gibi türlerin tamamen yok olduğu gözlemlenmiştir (Görsel 4.1, 4.2). 18.yüzyıldan sonra bilim insanları türlerin değişebileceğine dair bulgular elde etmiştir.

Görsel 4.1: Dinozor

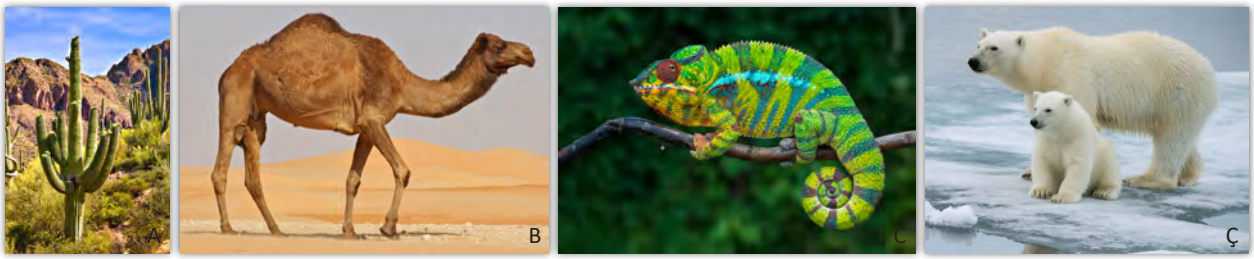
Görsel 4.2: Mamut

1.1. Çevresel Şartların Canlı Çeşitliliğine Etkisi

Bir popülasyonda bireylerin renkleri, fizyolojik yapıları, davranışları vb. özellikleri farklı olabilir. Çevresel faktörler, eşeyli üreme veya mutasyonların bireyler arasında meydana getirdiği çeşitliliğe **varyasyon** denir (Görsel 4.3). Kalıtsal varyasyonlar, nesilden nesile aktarılabilir. Bazı karakterleri taşıyan bireylerin varyasyonlara bağlı olarak sahip oldukları özellikler, çevre şartlarına uyum sağlamalarını kolaylaştırır. Örneğin aşırı sıcak ya da soğuğa dayanabilme özellikleri sayesinde bireyler, tür içindeki üreme ve yaşama şansını artırır.

Görsel 4.3: Salyangoz kabuklarında varyasyon örnekleri

Bir bireyin bulunduğu ortam şartlarında yaşama ve üreyebilme şansını artıran kalıtsal özelliklerin tamamına **adaptasyon** denir. Kaktüslerin gövdelerinde su depolaması, develerin hörgüçlerinde yağ depolaması, bukalemunların tehlike algıladıklarında bulunduğu ortama renk değiştirerek uyum sağlaması adaptasyona örnektir. Ekvator bölgesinde yaşayan sıcakkanlı hayvanların vücut çıkıntılarının büyük; kutuplarda yaşayanların ise çıkıntılarının küçük olması, bu hayvanların yaşama şansını artırır (Görsel 4.4). Kurak bölgelerde yaşayan bitkilerin yaprak yüzeyinin dar olması yapraklarında örtü tüylerinin bulunması vb. adaptasyonlar bitkinin su kaybını engeller.



Görsel 4.4: Yaşadığı çevreye adapte olan canlılar

Popülasyondaki bireyler arasında doğadaki kaynakları kullanabilmek ve yaşamlarını sürdürebilmek için sürekli bir rekabet vardır. Ortam koşullarına uyum sağlayabilenler yaşamaya devam eder, diğerleri mücadeleyi kaybeder (Görsel 4.5). Bu duruma **doğal seçilim** denir. Doğal seçilim sürecinde bireyler, sahip oldukları bazı kalıtsal özelliklerinden dolayı diğer bireylere göre daha yüksek üreme ve yaşama şansına sahip olurlar. Eğer çevre koşulları değişirse doğal seçilim bu yeni koşullara uyum sağlayacak özellikleri bulunduran bireylerin neslinin devam etmesi ile sonuçlanabilir.

Görsel 4.5: Canlıların doğadaki yaşam mücadelesi

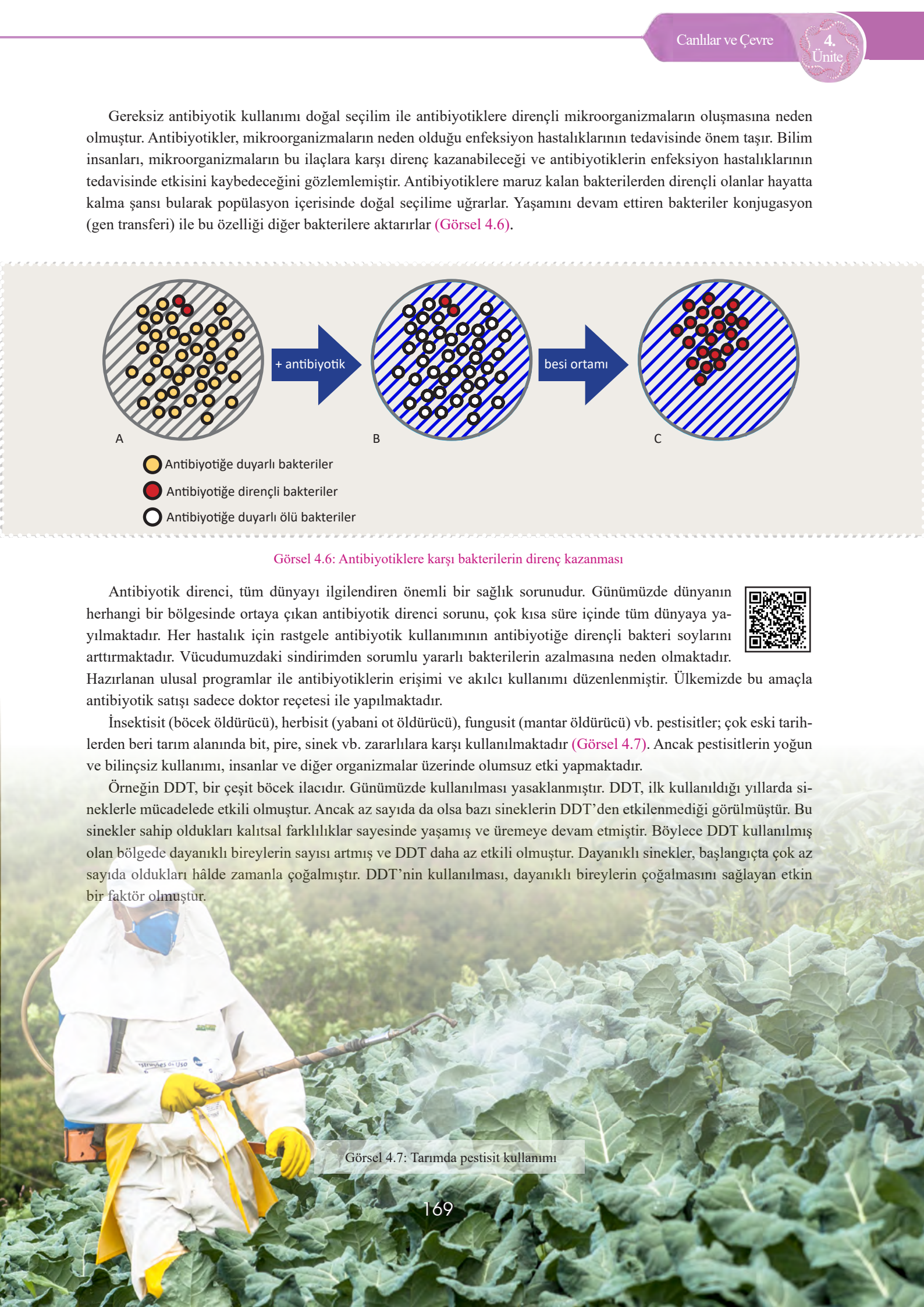
Gereksiz antibiyotik kullanımı doğal seçilim ile antibiyotiklere dirençli mikroorganizmaların oluşmasına neden olmuştur. Antibiyotikler, mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde önem taşır. Bilim insanları, mikroorganizmaların bu ilaçlara karşı direnç kazanabileceği ve antibiyotiklerin enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde etkisini kaybedeceğini gözlemlemiştir. Antibiyotiklere maruz kalan bakterilerden dirençli olanlar hayatta kalma şansı bularak popülasyon içerisinde doğal seçilime uğrarlar. Yaşamını devam ettiren bakteriler konjugasyon (gen transferi) ile bu özelliği diğer bakterilere aktarırlar (Görsel 4.6).

Görsel 4.6: Antibiyotiklere karşı bakterilerin direnç kazanması

Antibiyotik direnci, tüm dünyayı ilgilendiren önemli bir sağlık sorunudur. Günümüzde dünyanın herhangi bir bölgesinde ortaya çıkan antibiyotik direnci sorunu, çok kısa süre içinde tüm dünyaya yayılmaktadır. Her hastalık için rastgele antibiyotik kullanımının antibiyotiğe dirençli bakteri soylarını arttırmaktadır. Vücudumuzdaki sindirimden sorumlu yararlı bakterilerin azalmasına neden olmaktadır. Hazırlanan ulusal programlar ile antibiyotiklerin erişimi ve akılcı kullanımı düzenlenmiştir. Ülkemizde bu amaçla antibiyotik satışı sadece doktor reçetesi ile yapılmaktadır.

İnsektisit (böcek öldürücü), herbisit (yabani ot öldürücü), fungusit (mantar öldürücü) vb. pestisitler; çok eski tarihlerden beri tarım alanında bit, pire, sinek vb. zararlılara karşı kullanılmaktadır (Görsel 4.7). Ancak pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı, insanlar ve diğer organizmalar üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.

Örneğin DDT, bir çeşit böcek ilacıdır. Günümüzde kullanılması yasaklanmıştır. DDT, ilk kullanıldığı yıllarda sineklerle mücadelede etkili olmuştur. Ancak az sayıda da olsa bazı sineklerin DDT'den etkilenmediği görülmüştür. Bu sinekler sahip oldukları kalıtsal farklılıklar sayesinde yaşamış ve üremeye devam etmiştir. Böylece DDT kullanılmış olan bölgede dayanıklı bireylerin sayısı artmış ve DDT daha az etkili olmuştur. Dayanıklı sinekler, başlangıçta çok az sayıda oldukları hâlde zamanla çoğalmıştır. DDT'nin kullanılması, dayanıklı bireylerin çoğalmasını sağlayan etkin bir faktör olmuştur.



Görsel 4.7: Tarımda pestisit kullanımı

Yabancı otlarla mücadelede birçok yöntem kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan yöntem kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadelede kullanılan herbisitlerin sağladıkları yararların yanında yan etkileri de vardır. Aşırı herbisit uygulamaları, bazı türlerin popülasyonunun azalmasına yol açar. Ancak doğada var olan dayanıklı bireyler, rekabet koşullarının zamanla azalmasına bağlı olarak seleksiyon yoluyla ortamda hâkim duruma geçer. Bu bireyler dayanıklılık genlerini daha sonraki nesillere taşır.

Genler ve kromozomların yapısındaki onarılamayan ani değişimlere **mutasyon** denir (Görsel 4.8, 4.9). Mutasyonların farklı etkileri vardır. Mutasyonlar canlıların değişen çevre şartlarına uyumunu değiştirebilir. Mutasyonların çoğu öldürücüdür. Canlıya olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi olmayan mutasyonlara **nötr mutasyonlar** denir. Canlının, yaşadığı ortama uyum yeteneğini artıran mutasyonlara ise **yararlı mutasyon** denir. Somatik hücrelerde meydana gelen mutasyonlar bir sonraki nesle aktarılamaz. Kalıtsal değildir, sadece ilgili bireyi etkiler. Eşey ve eşey ana hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar ise nesilden nesile aktarılabilir.

Görsel 4.8: Kaplumbağada mutasyon

Görsel 4.9: Elmada mutasyon

İstenilen özelliklere sahip bireylerin seçilmelerine, çeşitli yöntemlerle çiftleştirilmeleri sonucunda beğenilen karakterlere sahip bitki ve hayvan ırklarının elde edilmesine **yapay seçilim** denir. Yapay seçilim tür içi çeşitliliği azaltır. Hastalıklara ve bireylerin değişen ortam koşullarına direnç geliştirmelerini engelleyebilir.

1.2. Tarım ve Hayvancılıkta Yapay Seçilim Uygulamaları

İnsanlar, yapay seçilimli üretim uygulamalarıyla bitki ve hayvanlardan istedikleri özellikleri taşıyan bireyler elde ederler. Tarım ve hayvancılıkta ıslah çalışmalarının temelini, yapay seçilim uygulamaları oluşturur. Bu ıslah çalışmalarıyla farklı özelliklere sahip bitki ve hayvanlar elde edilir. İstendik özellikleri olan organizmalar belirlenir. Bu özellikleri taşıyan bireyler kendi aralarında çiftleştirilir. Böylece istenilen özellikler nesilden nesile aktarılır. Aşağıda yapay seçilim uygulaması ile ilgili bazı örneklere yer verilmiştir.

- *Brassica oleracea* [Brassika olerase (yabani hardal)] bitkisinin farklı kısımlarının kullanılması ile yapay seçilimle karnabahar, yer lahanası, brüksel lahanası, lahana, brokoli ve karalahana vb. sebzeler üretilir (Görsel 4.10).

Brassica oleracea (yabani hardal)	Karnabahar	Alabaş	Brüksel lahanası	Lahana	Brokoli	Mangır
Seçilen özellik	Çiçek tomurcukları	Kök	Yanal yaprak tomurcukları	Uç yaprak tomurcukları	Çiçek tomurcukları ve kökler	Yapraklar

Görsel 4.10: Yabani hardaldan yapay seçilim ile sebze üretimi

- Besin değeri yüksek et ve süt verimine sahip olan sığır, koyun vb. hayvanların yine aynı özellikteki hayvanlarla çiftleştirilmesi ile et ve süt verimi yüksek hayvanlar elde edilir (Görsel 4.11).
- Dünyaca ünlü İngiliz yarış atları, Arap atlarının en hızlı ve güçlülerinin çiftleştirilmesiyle üretilir (Görsel 4.12).

Görsel 4.11: Süt verimi yüksek olan sığırlar

Görsel 4.12: Arap atları

Görsel 4.13: Av köpeği

Görsel 4.14: Kangal çoban köpeği

- Avcılık veya çobanlıkta kullanılmak üzere yapay seçilim uygulanarak özel köpekler yetiştirilir (Görsel 4.13, 4.14).
- Bazı bakteriler ilaç üretiminde kullanılır.

ARAŞTIRINIZ

Bol süt veya et vermesi yönünde yapay seçilim uygulaması yapılan bir canlının doğaya serbest bırakılması durumunda oluşabilecek sonuçları yazınız.

Okuma Parçası

ANTİBİYOTİK DİRENCİNDE EZBER BOZAN KEŞİF

Bakterilerin hangi antibiyotiğe hassas ya da dirençli olduğu, laboratuvar ortamında standart testlerle tespit edilir. Ancak antibiyotik direnciyle ilgili yeni bir keşif, bu testlerin aslında bakterinin vücut içindeki direnç durumunu her zaman yansıtamadığını gösteriyor. Santa Barbara'daki University of California'dan (Üniversiti of Kaliforniya) biyolog Michael Mahan'ın (Maykıl Mahan) yaptığı araştırmaya göre bakteriler, bir çeşit Truva atı stratejisi kullanarak, laboratuvarda antibiyotik testlerini geçerken vücut içinde yüksek derecede direnç gösterebiliyor. Bu durum, bazı antibiyotiklerin laboratuvar testi sonuçlarına göre etkili olması beklenirken hastalıkların tedavisinde neden sonuç vermediğini açıklayabilir.

Mahan, antibiyotikler için kullanılan mevcut testlerin bakterinin vücut içinde yaşam savaşı verdiği asıl değişken ortamlarını yansıtmadığını, bu yüzden antibiyotik direnç testlerinin yanlış çıkabileceğini belirtiyor. Mahan'ın araştırması, bakterilerin sadece belirli antibiyotiklere karşı direnç geliştirdiğini ve sözünü ettiği Truva atı stratejisini de sadece belirli vücut bölgelerinde kullandığını gösteriyor. Bu durumda bir antibiyotik bir hastada başarısız olursa antibiyotiğin dozunu artırmak yerine başka bir ilaç denemenin daha doğru bir yaklaşım olabileceğini düşündürüyor. Mahan ve ekibi, *Salmonella* ve *Yersinia* bakterileriyle yaptıkları deneylerde bu bakterilerin vücut içinde etkili olduğu ortamın şartlarını laboratuvar ortamında yeniden oluşturduklarında, bakterilerin standart laboratuvar testlerinde hassas oldukları antibiyotiklere direnç gösterdiğini gözlemledi. Bu durum ekibe başka bakteriler için de geçerli olabileceğini düşündürdü. Mahan'a göre bu bulgular, antibiyotik geliştirme süreçlerinin erken aşamalarında hayvan modelleri kullanılması ve laboratuvarlardaki ilaç hassasiyeti testlerine vücut içinde direnci tetikleyen spesifik biyokimyasal ortamları taklit eden koşulların da dahil edilmesi gerektiğini gösteriyor. Mahan ayrıca ilaç firmalarının depolarındaki pek çok kimyasalın sırf laboratuvar testlerinde etkisiz olduğu için antibiyotik vasfından yoksun olarak etiketlendiğini, oysa bunlar arasından vücut içinde antibiyotik etki gösteren ilaçlar çıkabileceğini ve çoklu dirence sahip bakteri enfeksiyonlarında kullanılabileceğini düşünüyor.

İlay Çelik Sezer

http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/S-574-7_0.pdf

http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/pdf/eylul-2015 (Düzenlenmiştir.)

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

doğal seçilim	adaptasyon	mutasyon
herbisit	varyasyon	yapay seçilim

1. Aynı populasyonda bulunan bireylerin, bazı karakterler bakımından farklı olmasına …..…..... denir.
2. Bir canlının genomu içindeki DNA dizilimde meydana gelen kalıcı değişmelere ……..... denir.
3. Doğada sağlıklı ve güçlü bireylerin hayatta kaldığı, hasta ve zayıf olan bireylerin elendiği duruma ……..... ……. denir.
4. Etçil kuşların gagalarının çengel, ayaklarının pençe şeklinde olmasına …….....……. denir.
5. İnsanların bilinçli ve amaçlı olarak bir organizmanın belli özelliklerini seçmesi ve kontrollü olarak yetiştirmesi sürecine …….....…… denir.
6. Yabancı otları öldürmede veya normal gelişimlerini önlemede kullanılan kimyasal maddelere ……..…… denir.

B) Aşağıda numara ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

7. Tabloda rakam ile verilen ifadeleri, harf ile verilen kavramlar ile eşleştirerek aşağıda boş bırakılan yerlere yazınız.

1. İnsanların göz renklerinin birbirinden farklı olması durumudur.	a. Adaptasyon
2. Yavaş koşan ceylanlar, etçiller tarafından avlanır. Hızlı koşan ceylanlar ise çiftleşme mevsimine kadar yaşayabilir.	b. Mutasyon
3. Tarım zararlılarına karşı kullanılan kimyasal maddelerdir.	c. Varyasyon
4. Islah çalışmaları ile gerçekleştirilen olaydır.	ç. Yapay seçilim
5. X ışınlarına maruz kalan bir hücrenin kalıtım birimlerinde oluşan anormal durum dur.	d. Doğal seçilim
6. Köpek balıklarının sırt ve karın bölgesinin renginin farklı olması, suda görünmesini zorlaştırır ve küçük balıkları avlamasını kolaylaştırır.	e. İnsektisit

1. ..... 2. ..... 3. ..... 4. ..... 5. ..... 6. .....

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

8. Pestisitlerin tarımda aşırı kullanılmasının sonuçları neler olabilir? Yazınız.
.....
.....
9. Tarım ve hayvancılıkta yapılan yapay seçilim uygulamalarına örnekler veriniz.
.....
.....
10. Bakterilerin antibiyotiklere karşı nasıl direnç geliştirdiklerini açıklayınız.
.....
.....
11. Kol kasları gelişmiş olan bir sporcunun bebeği, kol kasları gelişmiş olarak mı dünyaya gelir? Sebebini açıklayınız.
.....
.....

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

12. Canlılarda bulunan,

I. Sperm hücresi II. Somatik hücre III. Yumurta ana hücresi IV. Yumurta hücresi

gibi yapılardan hangilerinde gerçekleşen mutasyon kalıtsal olabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) III ve IV E) I, III ve IV

13. Aşağıdaki durumlardan hangisi canlıların yapmış olduğu bir adaptasyon örneği değildir?

A) Develer hörgüçlerinde yağ depo eder.
B) Kutup ayılarının postları beyaz görünür.
C) Kaktüsler gövdelerinde su depo eder.
D) Kurak bölgelerde yaşayan bitkilerin yaprak yüzeyi dardır.
E) İnsanlarda boy uzunluğu farklıdır.

14. Canlı ve yaşadığı çevre ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Varyasyonlar nesilden nesile aktarılabilir.
B) Yapay seçilim tür içi çeşitliliğin artmasını sağlar.
C) Bazı ilaçların üretiminde görev alan bakteri soylarının insanlar tarafından üretilmesi yapay seçilimdir.
D) Pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı canlılar üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.
E) Mutasyonlar canlıların değişen çevre şartlarına uyumunu artırabilir.

15. I. Hamilelik döneminde röntgen filmi çektirmiş olan bir annenin çocuğunun engelli olması
II. Yılanların, yaşadıkları ortama uygun renkte olması
III. Bir popülasyondaki aslanların köpek dişi uzunluklarının farklı olması

Yukarıda verilen olaylar ile aşağıdaki terimler hangi seçenekte doğru eşleştirilmiştir?

	I	II	III
A)	Mutasyon	Adaptasyon	Varyasyon
B)	Varyasyon	Mutasyon	Adaptasyon
C)	Varyasyon	Adaptasyon	Mutasyon
D)	Mutasyon	Varyasyon	Adaptasyon
E)	Adaptasyon	Mutasyon	Varyasyon

16 - 18. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Fareler üzerinde deneyler yapan bilim insanları, kuyruklarını kestikleri bazı fareleri çiftleştirmişlerdir. Bu işlemi 10 nesil boyunca tekrarlamışlardır. Meydana gelen her yeni neslin bireylerinin kuyruklu olduğunu gözlemlemişlerdir.

16. Kuyruğu kesilen farelerin çiftleşmesi sonucu oluşan yeni neslin kuyruklu olmasının sebepleri nelerdir? Açıklayınız.

.....
.....

17. Kuyruğu kesilen ve çiftleştirilmeyen diğer farelerin üzerinde hücrelere zarar veren bazı ilaç denemeleri yapılmıştır. Denemelerin etkileri hem vücut hem de eşey hücrelerinde gözlenmiştir. Bu etkilerin nesiller boyunca devam etme ihtimali var mıdır? Yazınız.

.....
.....

18. Kuyruğu kesilip çiftleştirilen fare deneyine göre aşağıdaki sonuçlardan hangisi doğrudur?

A) Deney sayısı arttıkça kuyruksuz fare oluşma oranı artar.
B) Farelerde mutasyon meydana gelmiştir.
C) Yavru farelerde adaptasyon ile kuyruk oluşmuştur.
D) Vücut hücrelerinde oluşan değişiklik kalıtsal değildir.
E) Kuyrukların kesilmesi kalıtsal bir etkidir.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

"Canlılar ve Çevre" ünitesinin sonunda neleri, ne kadar öğrendiğinizi anlamak için kendinizi değerlendirebilirsiniz.

Bunu yapabilmek için "Her zaman", "Bazen", "Hiçbir zaman" şeklinde derecelendirilen ölçütlerden size uygun olanını işaretleyiniz. Değerlendirme sonucunda "Bazen" veya "Hiçbir zaman" cevaplarınız çoğunlukta ise üniteyi tekrar gözden geçiriniz.

Sıra No.	DAVRANIŞLAR	DERECELER		
		Her zaman	Bazen	Hiçbir zaman
1	Çevre şartlarının genetik değişimlerin sürekliliğine olan etkisini açıklayabilirim.			
2	Tarım ve hayvancılıkta yapay seçilim uygulamalarına örnekler verebilirim.			

1. ÜNİTE

A) **1.** antibiyotik **2.** DNA replikasyonu **3.** kodon **4.** DNA helikaz **5.** RNA polimeraz **6.** klonlama

B) **7.** a) 5 b) 1, 10 c) 6 ç) 8,11 d) 4 e) 3 f) 1, 3, 6, 7

8.

Model organizmaların üretilmesi ve bilimsel çalışmalarda kullanılması	
İnsülinin rekombinant DNA tekniğiyle bakterilerden hızlı şekilde elde edilmesi	
DNA' da meydana gelecek değişikliklerle canlıların genetik çeşitliliğinin azalması ve genetik yönden benzer organizmaların oluşması	X
Gen klonlaması ile genleri değiştirilmiş, besin değeri yüksek bitki ve hayvanların çoğaltılması	
İçeriğinde genetiği değiştirilmiş mısır kullanıldığı belirtilmeden kola ve meyve suları, bebek mamaları, hazır çorbalar ve hayvan yemleri vb. ürünlerin satılması	X

9. Translasyon (4) Model organizma (3) Kök Hücreler (5) Gen terapisi (6) Transkripsiyon (1) Sentetik biyoloji (2)

10.

DNA helikaz enzimi nükleotitlerin arasında bulunan 3'lü veya 2'li glikozit bağlarını koparır.	Evet	Hayır
DNA polimeraz enzimleri DNA üzerinde DNA'nın açıldığı noktadan her iki yöne doğru kesintisiz bir şekilde senteze devam eder.	Evet	Hayır
DNA ligaz enzimi DNA parçaları arasındaki hidrojen bağlarını kurar.	Evet	Hayır
DNA'nın sentezi sırasında açığa çıkan su miktarı ile DNA'daki nükleotit sayısı doğru orantılıdır.	Evet	Hayır

11. 1. Fosfoester bağı 2. Hidrojen bağı 3. Fosfat 4. Deoksiriboz şekeri 5. Timin 6. Adenin 7. Sitozin 8. Guanin 9. Adeninin nükleotit veya nükleotit

12. a) rRNA b) mRNA c) tRNA ç) tRNA d) mRNA e) rRNA

13. 5, 6 ,8, 1, 2, 4, 7, 3 veya 6, 5, 8, 1, 2, 4, 7, 3

14. a) 4 kat artar. b) %25 Melez, %75 Normal, %0 ağır

15. Genden sentezlenecek olan proteinin amino asit sıralanışı değişir ve bu değişim kişinin protein yapısında değişikliklere neden olur.

16. Bağımsız dağılım kuralına göre dededen anneye anneden de çocuğa geçme ihtimali vardır.

17.

SORULAR	DNA	RNA
Prokaryot hücrede nerede bulunur?	sitoplazma	sitoplazma
Ökaryot hücrede nerede bulunur?	Çekirdek, mitokondri, plastit	Çekirdek, sitoplazma, plastit, mitokondri, ribozom
Zincir sayısı kaçtır?	2	1
Yapısındaki nükleotit çeşitleri nelerdir?	Adenin, Timin, Guanin ve Sitozin deoksiribonükleotitleri	Adenin, Urasil, Guanin ve Sitozin ribonükleotitleri
Sentezini yapan enzimin adı nedir?	DNA polimeraz	RNA polimeraz
Kendini onarabilir mi?	Onarabilir	Onaramaz
Kendini eşleyebilir mi?	Eşler	Eşleyemez
Yapısındaki şeker çeşidi nedir?	Deoksiriboz şekeri	Riboz şekeri
Yapısında hangi bağ çeşitleri bulunur?	Fosfoester, glikozit, hidrojen bağları	Fosfoester, glikozit ve sadece tRNA da bazı noktalarda hidrojen bağları
Kendine özgü bazı nedir?	Timin	Urasil

C)

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
B	D	C	D	E	D	B	A	D	B	C	C	E	C	A	D	B	B

36. Başlama ve dur kodonları amino asit şifrelemez. (……)
Bir kodon birden fazla amino asidi şifreleyebilir. (……)
Bir hücrede en fazla 61 çeşit amino asit şifresi bulunabilir. (…X…)
DNA molekülünün anlamlı zincirinden üretilen mRNA, sentezlenecek proteindeki amino asit dizilimini belirler. (…X...)

37. a) AUG, AAA, GSG, SUS, UAA, UUU b) 6 c) Metiyonin ç) 4 d) 4

38. Amino asitlerin çeşidi, sayısı ve sırası polipeptit çeşidini değiştirir.

39. E

40.

Oyalı'nın DNA'sı ile vücut hücresi alınan koyunun DNA'sı aynıdır.	X
Oyalı'nın DNA'sı ile yumurta hücresi alınan koyunun DNA'sı aynıdır.	
Oyalı, taşıyıcı annenin kopyasıdır.	
Oyalı klonlanırsa oluşacak yavrunun DNA'sı Oyalı ile aynıdır.	X

41. Vücut hücresi alınmış koyun ile aynı olur.

42. Koçun vücut hücresi çekirdeği alınır,
Bir koyunun yumurta hücresi alınarak çekirdeği çıkartılır,
Vücut hücresi çekirdeği yumurtaya yerleştirilir,
Uyarılan yumurta besi ortamında embriyo oluşturur,
Oluşan embriyo taşıyıcı anneye nakledilir.

43. İnsanlar deney hayvanı değildir. Yaşayan bir insanın klonunun yapılması bir çok toplumsal, ahlaki, hukuki, ve dini sorunları da beraberinde getirecektir.

44. Suç mahalinden elde edilen DNA'ları olayla ilgili olabilecek kişilerin DNA'ları ile karşılaştırılarak suçlu veya suçluların tespitinde kullanılır.
45. Ekipte görevli kişilerden DNA içeren materyallerin düşmemesi için. Olay yerinde ekip çalışanlarının DNA' ları bulunur. Bu durum hem çalışma süresini uzatır. Hem de ekipten birinin olaya karışması durumunda suçlu tespit edilemez.
46. Suç mahallinde bulunan DNA'nın tek yumurta ikizi bir bireye ait olması.

47.

Suçlunun tespitinde sadece olay yerinden alınan DNA kullanılır.	
Olayla ilgili olan şahısların DNA'sına ihtiyaç vardır.	X
Olay yerinde DNA'nın bulunması her zaman olayın çözülmesini sağlar.	
PCR yöntemi olmasaydı az miktardaki DNA'larla çalışmak mümkün olmazdı.	X

2. ÜNİTE

A)

1. su **2.** fosforilasyon **3.** Asetil CoA **4.** fotoliz **5.** yapay ışıklandırma **6.** matriks **7.** hücresel solunum **8.** kloroplast **9.** Glikoliz **10.** ATP **11.** enerji **12.** fotosentez

13. 1. H_2O 2. ATP 3. NADP 4. O_2 5. CO_2 6. ADP 7.Tilakoid 8. Stroma
14. 1. Glikoz 2. Pirüvik asit 3. ATP 4. Krebs döngüsü 5. CO_2 6. NADH ve $FADH_2$ 7. H_2O 8. Sitoplazma 9. Mitokondri

15.

SORULAR	FOTOSENTEZ	GLİKOLİZ VE FERMANTASYON	OKSİJENLİ SOLUNUM
ATP'nin oluşma biçimi	Fotofosforilasyon	Substrat düzeyinde fosforilasyon	Substrat düzeyinde fosforilasyon Oksidatif fosforilasyon
Prokaryotlarda meydana geldiği yer	Sitoplazma Klorofil	Sitoplazma	Sitoplazma Zar kıvrımlarında
Ökaryotlarda meydana geldiği yer	Kloroplast	Sitoplazma	Sitoplazma Mitokondri
Tepkimede kullanılan maddeler	CO_2, H_2O, ADP, NADP, Işık	Glikoz, ATP, NAD	Glikoz, ATP, NAD, FAD, O_2
Tepkime sonucunda oluşan maddeler	Besin, O_2	Pürivik asit Etil alkol, Laktik asit, ATP	CO_2, H_2O, ATP
Işık ihtiyacı	Var	Yok	Yok
ETS'nin kullanılması	Kullanılır.	Kullanılmaz.	Kullanılır.

B)

16. 1- Ç 2- A 3- C 4- D 5- B

17. a) 2 b) 1, 2, 3, 4, 6, 8 c) 7 ç) 2, 3, 5, 6, 8

C)

18. Glikoliz olayını kontrol eden enzimler tüm canlılarda ortaktır.

19. Fermantasyon sonucu farklı ürünlerin oluşmasının nedeni farklı enzimlerin bulunmasıdır.

20. Fermantasyon tepkimelerinde besinler CO_2 ve H_2O'ya kadar parçalanamadığı için enerjinin büyük bir bölümü son ürünlerin kimyasal bağlarında kalır. Bu nedenle fermantasyon ile açığa çıkan enerji, oksijenli solunuma göre daha azdır.

21. Işığa bağımlı reaksiyonlarda oluşan ürünleri kullandığı için etkilenir. Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde NADPH, H vererek yükseltgenir ve NADP'ye dönüşür. Işığa bağımlı reaksiyonların olabilmesi içinde H iyonlarının uzaklaştırılması gerekir. NADP'ler H iyonlarını alarak indirgenir ve ortamdaki H iyonlarını uzaklaştırmış olur. Ortamda H iyon yoğunluğu artarsa reaksiyon durur.

22. Işık şiddeti, ışık dalga boyu, sıcaklık, klorofil miktarı, karbondioksit yoğunluğu vb.

23. Fotosentez olayı gerçekleşmezdi. Canlıların ihtiyaç duydukları enerjinin esas kaynağı güneş ışığı enerjisi olduğundan enerji döngüsü gerçekleşmezdi. Canlılık ortadan kalkardı.

24. Fotosentezde üretilen maddeler hücresel solunumda, hücresel solunumda üretilen maddeler ise fotosentezde ham madde olarak kullanılır.

25. Bazı mantar ve bakteriler tarafından gerçekleştirilen laktik asit fermantasyonu süt endüstrisinde yoğurt ve peynir yapımında, boza üretiminde kullanılmaktadır. Etil alkol fermantasyonu ise sirke, turşu, şalgam üretiminde kullanılır.

26. Yoğun kas faaliyetleri sonucunda kasta biriken laktik asit beyni uyararak bireyde yorgunluk, uyku hissi ve kaslarda ağrıya neden olabilir.

27. Hücrede gerçekleşen metabolik faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için ihtiyaç duyulan enerji, besinlerle alınan organik maddelerin hücre içinde solunum olayı ile parçalanmasıyla oluşur. Organik maddeler, hücre içinde parçalandığında ATP enerjisi elde edilir. Oluşan bu ATP enerjisi de hücrelerde gerçekleşen metabolik olaylarda kullanılır. Hücresel solunum olayı meydana gelmeseydi canlıların kullanabileceği enerji olan ATP sentezlenemezdi.

Ç)

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
B	C	B	D	D	C	E	B	E	B	B	C	B	C

42. Kabın içindeki glikoz molekülleri glikoliz olayı ile parçalanacak ve pirüvik asite dönüştürülecek. Pirüvik asitte etil alkol fermantasyonu ile dönüşüme uğrayacaktır. Etil alkol fermantasyonunda açığa çıkan CO_2'de yüzeyde köpüklenme meydana getirecektir.

43. Etil alkol fermantasyonu olayında glikoz molekülleri parçalanacaktır. Etil alkol oluşumunda CO_2 çıkışı meydana gelecek. Kütlede düşüş olacaktır.

44.

Enzim kullanılması	X
CO_2 üretimi	
ATP sentezi	X
NADH'ın indirgenmesi	X

45. D
46. Vücut sıcaklığı, hidroliz sırasında gerekli olan aktivasyon enerjisi olarak kullanılır.
47. ATP üretimini sağlayan ATP sentaz enzimidir. Bu enzimi şifreleyen kod bütün canlılarda aynıdır.
48. D
49.

Yapısındaki baz çeşidi nedir?	Adenin
Yapısındaki şeker çeşidi nedir?	Riboz
Baz ve şekerin birlikte oluşturduğu yapının adı nedir?	Adenozin
Şeker ve fosfat arasındaki bağın adı nedir?	Fosfoester bağı
Baz ve şeker arasındaki bağın adı nedir?	Glikozit bağı
Yapım reaksiyonunun genel adı nedir?	Fosforilasyon
Hidroliz reaksiyonunun genel adı nedir?	Defosforilasyon
Hidrolizi ile açığa çıkan moleküller nelerdir?	Adenin bazı, Riboz şekeri, Fosfat grubu

50. Ekmek hamurunu mayalarken un yerine nişasta kullanılabilir. Çünkü nişasta da glikoz içeren bir polisakkarittir.
51. Mayalanma sırasında farklı hamurlarda farklı miktarda karbondioksit çıkışı olur. Bundan dolayı kabarma miktarına bağlı olarak ekmek büyüklükleri farklı olabilir.
52. Etil alkol fermantasyonu gerçekleştiğinden hamur içindeki maya hücreleri glikozu parçalayarak etil alkole parçalarken CO_2 gazı çıkar. Buda hamur içinde göz göz kabarcıklar oluşturur ve hamurun hacimce artmasını sağlar.
53. Sıcaklık fermantasyon olayını hızlandırır. Buz katılması ile bu olay yavaşlatılmaya çalışılır. Aksi taktirde hamur fazla mayalanarak özelliğini kaybeder.
54. D
55.

	EVET	HAYIR
Un, tuz, maya karışımı soğuk su ile daha uzun sürede mayalanır	X	
Mayalanma işlemi için kaynamış su kullanmak fırıncının işini kolaylaştırır		X
Elle şekillendirilen hamur pişirmeden önce bir süre bekletilir	X	
Mayalanmış hamur kullanılarak yeni hamurlar hazırlanabilir	X	

3. ÜNİTE

A)

1. kaliptra **2.** yaş halkaları **3.** havalandırma parankiması **4.** Lentisel **5.** tropizma **6.** giberellin **7.** etilen **8.** basınç akış teorisi **9.** gutasyon **10.** kohezyon, adhezyon **11.** embriyo ve endosperm **12.** tozlaşma **13.** endosperm

14.
1. Tepecik 2. Dişicik borusu 3. Yumurtalık 4. Tohum taslağı 5. Taç yaprak 6. Başçık 7. Sapçık 8. Çanak yaprak 9. Çiçek tablası 10. Çiçek sapı 11. Dişi organ 12. Erkek organ

15.
1. Megaspor ana hücresi 2. Mikropil 3. Megaspor 4. Polar çekirdekler 5. Sinerjit hücreler 6. Antipot hücreler 7. Yumurta 8. Başçık 9. Mayoz 10. Mitoz 11. Polen 12. Generatif hücre 13. Vejeratif hücre

B)

16. 1- C 2- Ç 3- A 4- E 5- B 6- D

C)

17. Fotosentez hızı arttıkça üretilen besin artar ve ksilemden çekilen su miktarı da artar.
18. Yapraklar olmayınca terleme gerçekleşmez. Çekilen su miktarı azalır ve yavaşlar.
19. Kök basıncı ve kılcallık olayı ile açıklanır.
20. Toprağın verimli olmadığı yerde tarım yapılabilmesi ve istenilen toprak koşullarının bitkiye verilebilmesi.
21. Besin zincirinde üretici olarak ilk basamağı oluşturması, atmosferdeki oksijenin büyük kaynağı olması, karbon ve azot döngüsünde yer alması, birçok canlı için yaşam alanı oluşturması, birçok ürünün hammaddesi olması.
22. Bitkinin uyanmasını geciktirmek için
23.

KARŞILAŞTIRMA YÖNÜ	KSİLEM	FLOEM
Hücreleri canlı mıdır?	Cansız	Canlı
Neler taşınır?	Su ve mineraller	Besin
Madde iletim hızı nasıldır?	Hızlı	Yavaş
Maddelerin taşınma yönü nasıldır?	Tek yön	Her yöne
Madde iletiminde komşu hücrelerden yardım alma durumu nedir?	Yok	Var
Madde taşınma sırasında enerji harcama durumu nedir?	Harcanmaz	Harcanır

Ç)

24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
A	D	D	C	C	E	E	C	A	D	C	C	B	E	C	E	C	C	D	D	C	A	E

47. Üretilen oksin hormonunun güneş ışığının etkisi ile gövdede farklı dağılımı.
48. Oksin hormonu koleoptil uçlarında üretilir. Mika koleoptil uçlarının beslenmesini engeller ve hormon aşağıya iletilemez. Mika yerine agar konursa koleoptil uçları beslenmeye devam eder, oksin salınır ve yönelim gerçekleşir.
49. II. koleoptilin ucu kesildiğinden oksin hormonu salgılanmaz. Yönelim gerçekleşmez. III. koleoptilin ucundan oksin hormonu salınır. Yönelim gerçekleşir.
50. C
51. Işık miktarını artırıp optimum değerde ısı vermelidir.
52. Bitkinin büyüme hızı artar.
53. Karanlık ortamda bırakılabilir.
54.

Düzenek, içerisinde KOH olan kapla birlikte cam fanus içerisine alınarak ışık verilmesi	**X**
Düzeneğin bulunduğu hidroponik ortam alınarak sadece saf su konması	X
Bitkinin bulunduğu ortam ısısını uzun süre 60 ^{O}C'de tutmak	X
Bitkinin yapraklarına bal mumu sürmek	X
Havanın nem miktarını artırmak	X

55. Kılcallık ve kök basıncı
56. 3-4-1-2-5
57. A
58. Her bitkinin kendine ait türünün poleninin dişicik tepesine tutunmasına ve kendi spermi ile döllenmesine imkan sağlar.

4. ÜNİTE

A)

1. varyasyon **2.** mutasyon **3.** doğal seçilim **4.** adaptasyon **5.** yapay seçilim **6.** herbisit

B)

7. 1. C 2. D 3. E 4. Ç 5. B 6. A

C)

8. Pestisitlerin aşırı kullanımı toprağın ve yer altı sularının kirlenmesine neden olur. Kirlilik besin zinciri aracılığı ile canlılara geçer ve biyolojik birikime yol açar. Sonuç olarak tür çeşitliliği değişir.

9. Karnabahar, lahana, Brüksel lahanası, brokoli vb. ürünler yabani hardaldan; İngiliz atları ise Arap atlarından yapay seçilimle elde edilir.

10. Bakteriler antibiyotiklere karşı direnç geliştirmeyi yapay seçilim ve gen aktarımı ile kazanır. Bakterilerin antibiyotiklerle karşılaşmaları durumunda direnç genleri, bakterilerin hayatta kalma şansını artırır. Antibiyotiklerin aşırı ve gereksiz kullanımı bakterilerin direnç artırmasına neden olur.

11. Özelliğin doğacak çocuğa geçebilmesi için eşey hücrelerinde meydana gelen değişiklik olması gerekir. Kol kaslarındaki değişiklik vücut hücreleriyle ilgilidir. Doğacak bireylere aktarılmaz.

Ç.)

12	**13**	**14**	**15**
E	E	B	A

16. Kalıtsal olması için eşey hücrelerinde olması gerekir. Kuyruk kesilmesi eşey hücrelerine etki etmez.

17. Eşey hücrelerine etki edenler yeni nesillere oluşan durumu aktarırlar. Vücut hücrelerine etki edenler ise yeni nesillere aktaramaz.

18. D

SÖZLÜK

A

adaptasyon : Canlının yaşama ve üreme şansını arttırarak çevreye uyum sağlaması.

adhezyon : Farklı türdeki moleküllerin birbirini çekmesi, çekim kuvveti.

aerobik : Oksijene ihtiyaç duyan.

agaroz jel : Alglerden elde edilen, farklı büyüklükte gözenekleri bulunan tampon madde.

aktif taşıma : Bir maddenin hücre zarından enerji harcanarak taşınması.

alkolik fermantasyon : Glikozun oksijensiz ortamda mikroorganizmalar tarafından etil alkole kadar yıkılarak enerji açığa çıkarılan metabolik yol.

anaerobik : Moleküler oksijenin bulunmadığı ortam.

antibiyotik : Bakterilerin üremesini engelleyen kimyasal madde.

ATP : Canlıların doğrudan kullandığı hücresel enerji molekülü, biyolojik enerji.

B

bisturi : İnce cerrah bıçağı.

biyodizel : Yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir ürün.

biyosentez : Canlı organizmada büyük moleküllerin sentezlenmesi için küçük moleküllerin enzimler aracılığıyla birleştirilmesi.

biyoteknoloji : Canlı mikroorganizmalar ve/veya enzimleri kullanılarak yapılan endüstriyel uygulama.

boğmaca : Genellikle çocuklarda öksürük nöbetleriyle kendisini gösteren bulaşıcı bir akciğer hastalığı.

bronşit : Bronşun iltihaplanmasıyla oluşan hastalık.

C-Ç

cila : Bir şeyi parlatmak için kullanılan kimyasal bileşik.

çenek : Tohumda embriyoyu kaplayan etli bölüm.

çimlenme : Tohumun uygun bir ortamda genç bitkiyi oluşturmak için geçirdiği değişimler.

D

deoksiribonükleotit : DNA'nın yapı taşı olan molekül.

dezenfektan : Mikropları yok etme özelliği olan madde.

diploit : İki kromozom takımı taşıyan hücre veya organizma.

DNA ligaz : DNA dizisinde nükleotitleri birbirine bağlayan bir enzim.

DNA polimeraz : DNA replikasyonunda, yeni sentezlenen zincirin ucuna nükleotitleri ekleyerek zincirin uzamasını sağlayan bir enzim.

dormansi : Tohumun ana bitkiden ayrılıp çimleninceye kadar geçen, embriyonik faaliyetlerin sıfıra yakın olduğu dönem.

dozaj : Bir birleşiğe veya bir karışıma girecek madde miktarlarının belirtilmesi.

döllenme : Yumurta ve spermin birleşerek zigot oluşturması.

E

ekosistem : Belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunları saran çevrenin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik gösteren ekolojik sistem.

elektrot : Bir elektrolitin içine daldırılan iki iletken çubuktan her biri.

elektrolit : Hücre içi ve dışı sıvısındaki sodyum, potasyum vb. madensel iyonlar.

embriyo : Zigotun gelişerek oluşturduğu, gelişmenin erken evrelerindeki genç organizma.

enerji : İş yapabilme ya da bir değişikliğe neden olma yeteneği.

enfeksiyon : Bakteri, virüs, mantar ya da protozoonların organizmaya girerek çoğalmasıyla, hastalık yapma durumu.

endosperm : Tohumun çimlenip ilk yaprakları oluşuncaya kadar geçen sürede gerekli besini sağlayan doku.

enzim : Bir kimyasal tepkimeyi gerçekleştiren ve onu hızlandıran, çoğunlukla protein yapısında olan organik madde.

erozyon : Yer kabuğunu oluşturan kayaçların, başta akarsular olmak üzere türlü dış etmenlerle yıpratılıp yerinden koparılarak eritilmeleri veya bir yerden başka bir yere taşınması olayı.

esans : Bitkilerden türlü yollarla çıkarılan veya kimyasal yöntemlerle yapılan, kokulu ve uçucu sıvı.

ester : Organik asitlerle alkollerin aralarından bir su molekülü ayrılması sonucunda oluşan madde.

eterik yağ : Bazı bitkilerden elde edilen keskin kokulu yağlar.

F

fotoliz : Çözelti içindeki bir maddenin ışık etkisi altında kimyasal olarak aktif hâle gelmesi veya bozulması.

G

genetik mühendisliği : Canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek, onlara yeni işlevler kazandırılmasına yönelik araştırmalar yapan bilim alanıdır.

glikoliz : Sitoplazmada glikozun pirüvik asite kadar parçalanması sırasında gerçekleşen tepkimeler ve bu tepkimeler sırasında ATP elde edilmesi.

glikojen : Karaciğer ve kaslarda bulunan, hidrolizle şeker veren karbonhidrat.

grafit : Kurşun kalem ve bazı araç parçalarının yapımında kullanılan, yumuşak, toz durumuna kolay gelebilen, gri siyah renkli bir tür doğal karbon.

H

haploit : Bir üreme hücresinde bulunan kromozom takımı.

heterotrof : Organik besin ihtiyacını dışarıdan hazır olarak karşılayan tüketici canlılar.

hidroliz : Organik bileşiklerin su ile tepkimeye girerek parçalanması.

hif : Uzun, dallanma gösteren ipliksi mantar yapısıdır.

homojen : Bağdaşık.

I

ıslah : Bir hayvan veya bitki türünden daha iyi verim alabilmek amacıyla yapılan işlem.

İ

inkübatör : Laboratuvarda özel amaçla kullanılan, ısı kontrolü sağlayan fırın.

inorganik fosfat : Organik maddelere bağlanmamış serbest hâlde bulunan fosfat.

insülin : Omurgalı hayvanlarda kandaki glikoz seviyesini düşüren, karaciğerde glikojen sentezini ve depolanmasını artıran bir hormon.

interferon : Virüslere karşı üretilen, bağışıklık sağlayan kimyasal madde.

K

kaya yünü (taş yünü) : Su itici özelliği olan ısı ve ses yalıtım malzemesi.
kimyasal tepkime : Kimyasal maddeler arasında oluşan tepkime.
kitosan : Gıdalarda kalite kayıplarını önlemek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan, kitinden yapılmış yenilebilir doğal madde.
klorofil : Fotosentez olayında güneş enerjisini kimyasal enerjiye çeviren yeşil pigment maddesi.
kloroplast : Yeşil renkli klorofil pigmentini taşıyan plastitler.
koenzim : Bir enzimi aktifleştiren enzimin protein olmayan bileşeni.
kohezyon : Bir maddenin moleküllerini bir arada tutan çekim kuvveti.
konjugasyon : Bazı tek hücreli canlıların gen alışverişi yapmak amacıyla geçici olarak bir araya gelmeleri.
kromozom : Prokaryot ve ökaryot hücrelerde üzerlerinde genleri taşıyan DNA ve nükleoproteinden oluşmuş yapı.

L

lignin : Bitkilerde hücre duvarını sertleştirici, suda çözünmeyen, kompleks bir polimer.

M

metanojen : Arke grubunda bulunan ve oksijensiz ortamlarda üreyen metan oluşturucu mikroorganizmalara verilen genel isim.
meyve : Tohumlu bitkilerde döllenmeden sonra yumurtalığın gelişip olgunlaşması ile meydana gelen yapı.
mika : Hormon vb. organik maddelere geçirgenliği olmayan, ince ve saydam kamanlardan oluşan silis minerallerinden yapılmış levha.
mikoriza : Belirli mantarlar ile bitki kökleri arasındaki karşılıklı ortak yaşam.
mikroenjeksiyon : Camdan elde edilmiş bir mikropipetle hücre zarından mikroskobik boyutta madde ekleme yöntemi.
mikropil : Ovaryumun tepesinde bulunan, polen tüpünün içeri girdiği küçük delik ya da kanal.
mitokondri : Ökaryot hücrelerde bulunan ve oksijenli solunum ile enerji (ATP) üreten organel.
mutajenik : Mutasyona neden olan etkenler.
mutasyon : Genlerde kendiliğinden ya da çevre (radyasyon, zararlı kimyasal maddeler vb.) şartlarının etkisiyle meydana gelen, dölden döle aktarılabilen, kalıtsal olan değişim.
mutualizm : Ortak yaşayan iki canlının birbirinden faydalandığı ortak yaşama şekli.

N

nükleotit : DNA ya da RNA'nın tekrarlanan birimleri.

O-Ö

oksitlenme : Elektronların bir atom ya da molekülden ayrılmasını sağlayan kimyasal tepkime.
opak : Donuk, mat renk.
osmotik basınç : Osmoz sırasında meydana gelen basınç.
ototrof : Işık enerjisi veya kimyasal enerji kullanarak inorganik maddelerden kendi organik besinini üretebilen canlılar.
ökaryot : Çekirdeği ve zarlı organelleri olan gelişmiş yapıdaki hücre.

P

patojen : Hastalık yapıcı özelliği olan mikroorganizma veya madde.

perlit : Sanayi ve tarımda kullanılan, silisli volkanik taşlardan oluşan, su ve havanın girmesine izin veren madde.

pestisit : Zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak ya da zararlarını azaltmak için kullanılan madde (kimyasal bir madde, virüs ya da bakteri gibi biyolojik bir ajan vb).

plazmit : Bakterilerde kendini eşleme yeteneği olan, genetik mühendisliği çalışmalarında diğer canlılara gen aktarmada taşıyıcı olarak kullanılan ana DNA'dan farklı halkasal DNA parçaları.

poliakrilamid jel : Proteinlerin ayrılmasında kullanılan, filtre gibi işlev gören, büyük moleküllerin geçişini kısıtlayan küçük moleküllerin serbestçe hareketine izin veren porlu yapı.

polipeptit : Aminoasitlerin birbirine peptit bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan aminoasit zinciri.

potansiyel enerji : Bir maddenin durumu sebebi ile sahip olduğu enerji.

prokaryot : Çekirdeği ve zarlı organelleri bulunmayan, ilkel yapıdaki hücre çeşidi.

protist : Bir hücreli veya çok hücreli, doku oluşturmayan ökaryotik canlı.

R

rekombinasyon : İki ayrı DNA molekülünün birleşerek yeni DNA molekülünü oluşturması.

replikasyon : DNA'nın kendini eşlemesi.

restriksiyon enzimi : DNA'nın yeniden yapılanması sırasında kullanılan kesici enzim.

ribonükleotit : RNA'nın yapı taşı olan molekül.

ribozom : Hücrede protein sentezinin yapıldığı organel.

S

seleksiyon : Seçilim, ayıklama.

selüloz : Glikoz moleküllerinin birbirine bağlanmasıyla meydana gelen ve bitkilerde hücre duvarının yapısında bulunan bir yapısal polisakkarit.

sezeryan : Doğumun doğal olmadığı durumlarda, bebeğin anne rahminden cerrahi işlemle alınması.

strafor : Ses ve ısı yalıtımı için kullanılan izolasyon maddesi, köpük.

substrat : Enzimin etki ettiği madde.

T

tek çenekli : Çoğunlukla tek yıllık, palmiyeler haricindeki otsu bitkileri kapsayan çiçekli bitkiler sınıfı.

tohum : Bitkilerde döllenmeden sonra tohum taslaklarının gelişmesiyle meydana gelen yapı.

toksin : Canlı organizmalar üzerinde etkili olan zehirli madde.

tomurcuk : Bitkilerde büyümeyi sağlayan, çiçek ve yaprak gibi organları veren uç noktalar.

torf : Su birikmesi sonucu havasızlıktan çürümüş bitki.

transgenik : Genetik mühendisliği metotlarıyla (trans gen) kendine ait olmayan genler nakledilmiş olan canlı.

transkripsiyon : DNA zinciri üzerinden mRNA'nın sentezlenmesi.

translasyon : mRNA molekülü üzerinde kodlanmış genetik bilgiyi kullanarak bir polipeptit sentezlenmesi.

triploit : Üç kromozom takımına sahip hücre veya organizma.

turgor : Hücrenin sitoplazmasına göre az yoğun ortamda bulunması sonucunda normalden fazla su alarak şişmesi.

U-Ü

üretici canlı : Işık enerjisini veya kimyasal bağ enerjisini kullanarak inorganik maddelerden kendi besinini kendisi üreten canlı, ototrof.

V

varyasyon : Bir türün bireylerindeki aynı karakterin farklı şekilleri, değişiklik, çeşitlilik.

vektör : Gen mühendisliğinde, içine başka bir DNA sokulabilen ve böylece gen ifadesinin incelendiği ya da çoğaltmak için bakteriye veya diğer hücrelere sokulabilen faj, plâzmit ya da virüse ait DNA molekülü.

vernik : İnce bir tabaka olarak uygulandıktan sonra saydam biçimde katı duruma gelen, kuruyan yağlar, reçine ve çözücüden oluşan kaplama malzemesi.

virüs : Sadece içine girdiği bir başka hücre içinde çoğalabilen ve hücresel yapısı olmayan varlık.

volkan tüfü : Yanardağ püskürmeleri sırasında bacadan fırlayan kül, volkanik kum ve çakılların birikerek oluşturdukları delikli, hafif taş.

Y

yaprak : Bitkilerde gövde ve dallar üzerinde meydana gelen, çeşitli şekil ve renklerde, genellikle yeşil renkli, içlerindeki kloroplastlar sayesinde fotosentez ile madde sentezleyen yan uzantı.

Z

zigot : Yumurta ve spermin döllenmesiyle oluşmuş olan hücre.

DİZİN

A

adaptasyon : 153, 166, 168
adhezyon : 138, 144
antibiyotik : 32, 36, 44, 45, 47, 169
antikodon : 24, 32, 33, 34, 35

B

biyoetik : 32, 50, 51
biyogüvenlik : 32, 50, 51
biyoteknoloji : 18, 32, 36, 37, 38, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51

C-Ç

çimlenme : 131, 148, 149, 151, 152, 153

D

DNA ligaz : 14, 30, 43
DNA parmak izi : 32, 39
DNA polimeraz : 14, 30, 40
doğal seçilim : 166, 168, 169
dormansi : 131, 148, 153
döllenme : 37, 49, 50, 148, 149, 151, 152

E

endosperm : 151, 152
enfeksiyon : 169, 45, 131

F

fermantasyon : 66, 86, 87, 91, 92, 93, 94, 95
fosforilasyon : 64, 66, 67, 73, 74, 88, 90, 95, 97

G

gen terapisi : 32, 44, 45, 46
genetik mühendisliği : 32, 36, 37, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51

H

helikaz : 14, 29, 30

I-İ

ıslah : 37, 170
interferon : 44, 45

K

klonlama : 32, 43, 44, 48, 49, 50, 51
kodon : 24, 32, 33, 34, 35
kohezyon : 138, 142, 143, 144

L

lignin : 117, 118

M

model organizma : 32, 38, 44
mutasyon : 33, 36, 38, 166, 170

N

nasti : 112, 132, 134
nodül : 138, 140

O-Ö

oksin : 112, 130, 131, 132

P

patojen : 57, 115
prokaryot : 29, 34, 83, 85, 87, 90, 97

R

replikasyon : 14, 27, 29, 30, 34

S-Ş

seleksiyon : 170
selüloz : 47, 117

T

transkripsiyon : 32, 34, 36
translasyon : 32, 34, 35, 36
tropizma : 112, 132, 133, 134, 136

U-Ü

üretici canlı : 96

V

varyasyon : 166, 167

Y

yapay doku : 32, 44, 45
yapay seçilim : 166, 170, 171
yaş halkaları : 112, 122, 126

Z

zigot : 149, 151, 152

- Aktümsek, A. ve Konuk, M. (2010). **Genel Biyoloji**. Ankara. Nobel Yayın Dağıtım.
- Bern , C. ve Olson , D. (2002). **Electricity for Agricultural Applications**. U.S.A.: Iowa State Press,.
- Çetin, V. (2002). **Meyve Sebzelerde Kullanılan Bitki Gelişmeyi Düzenleyiciler**. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi. Yıl:1, Sayı:2, Sayfa:40-50.
- Dayıoğlu, M. A. ve Silleli, H. (2012). **Seralar İçin Yapay Aydınlatma Sistemi Tasarımı**: Ankara Günlük Işık İntegrali Yöntemi Üniv. Ziraat Fakt. Tarım Makinaları Bölü. Ankara: **Tarım Makinaları Bilimi Dergisi** (Journal Of Agricultural Machinery Science), 8 (2).
- Gündüz , P., Türkan , P., Reece, J., Urry, L., Wasserman, S., Minorsky, P. ve Jackson, R. (2015). **Campbell Biyoloji 9**. Baskıdan Çeviri. Ankara Palme Yayıncılık.
- Gündüz, P., Türkan, P., Sodova, D., Heller, D. ve Berenbovm, M. (2014). **Yaşam Biyoloji Bilimi 9**. Baskıdan Çeviri. Palme Yayıncılık.
- Işık, P., Graham , L., Graham , J. ve Wilcox, L. (2008). **Bitki Biyolojisi**. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Karol, S., Suludere , Z. ve Ayvalı, C. (1998). **Biyoloji Terimleri Sözlüğü**. Türk Dil Kurumu.
- Kaya, M., Afyon, A. ve Yağız, D. (2011). **Genel Biyoloji**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- **Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik**. (2009).
- Koç, C., Koç, A. B. ve Vatandaş, M. (2009). **LED Aydınlatma Teknolojisi ve Tarımda Kullanımı**. ANKARA: Ankara Üniversitesi Zıraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü.
- Özel, D., Bahar, P. ve Arslan, P. (2015). **Genel Biyoloji Laboratuvar Klavuzu**. Ankara Palme Yayıncılık.
- Öztekin, M., Atik, A., Selvi, D. ve Sarıkaya, D. (2010). **Biyoloji Labortuvarının Temelleri**. Ankara Palme Yayıncılık.
- Sambrook, J., Fritsch, E. ve Maniatis, T. (1989). **Gel electrophoresis of DNA**. **In: Sambrook**, J., Fritsch, E.F. and Maniatis, T. (Eds.) **Molecular Cloning: a Laboratory Manual**. **Cold Spring Harbor**, USA: New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Somma, M. ve Querci, M. (2006). Agaroz jel Elektroforezi. **Gıda Örneklerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizma Analizleri Kurs kitabı Bölüm 5**. Luksemburg.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı **Zirai Mücadele İlaçları Üretimi Yapılan İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Proje Denetimi Değerlendirme Raporu**. (2005).
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı **Ortaöğretim Fen Lisesi Biyoloji Dersi Öğretim Programı** . (2018). Ankara.
- **TDK Türkçe Sözlük**. (2012). Ankara: TDK Yayınları.
- **TDK Yazım Kılavuzu** . (2012). Ankara: TDK Yayınları.
- Türkan, P., Evert, R. ve Eichhorn, S. (2016). **Raven Bitki Biyolojisi** 8. Baskıdan Çeviri. Ankara Palme Yayıncılık.
- Westermeier, R. (1997). **Electrophoresis in Practice**: a Guide to Methods and Applications of DNA and Protein Separation, VCH. Weinheim.
- Yağcıoğlu, A. (1986). **Tarımsal Elektrifikasyon**. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- http://www.trthaber.com/haber/turkiye "Çalışmak ailemize, milletimize vatan, namus borcudur." (Erişim tarihi: 22.10.2017)
- http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/pdf/agustos-2016 "Akaryakıt Üreten Biyonik Yaprak" (Erişim tarihi: 23.12.2017)
- http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/S-555-76.pdf "CO ve CO_2'nin Benzer ve Farklı Yönleri Nelerdir?" (Erişim tarihi: 28.12.2017)
- http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/btd_588_-_kasim_2016_48.pdf "Neden Bazı Ağaçlar Yapraklarını Dökerken Bazıları Dökmez?" (Erişim tarihi: 23.12.2017)
- http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/2017_eylul_598_bilim_ve_teknik_70.pdf "Etçil Bitkiler" (Erişim tarihi: 28.12.2017)
- http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/S-574-7_0.pdf (Erişim tarihi: 24.12.2017)
- http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/pdf/eylul-2015 "Antibiyotik Direncinde Ezber Bozan Keşif" (Erişim tarihi: 24.12.2017)
- http://www.tema.org.tr (Erişim tarihi: 22.12.2017)
- http://www.salipazaritarim.gov.tr (Erişim tarihi: 22.12.2017)

- http://www.calisma.gov.tr (Erişim tarihi: 18.01.2018)
- http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Teblig/2009-62.html "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" (Erişim tarihi: 18.01.2018)
- http://www.rshm.gov.tr (Erişim tarihi: 22.02.2018)
- http://www.uvkb.org (Erişim tarihi: 28.01.2018)
- http://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/ (Erişim tarihi: 12.12.2017)
- https://www.dnalc.org/resources/spotlight/ (Erişim tarihi: 22.02.2018)
- http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100326-7.htm "5977 sayılı biyogüvenlik kanunu" (Erişim tarihi: 10.10.2018)
- http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&view=gts (Erişim tarihi: 02.12.2018)
- http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts (Erişim tarihi: 02.12.2018)
- http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bilimsanat&view=bilimsanat (Erişim tarihi: 02.12.2018)
- http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_yazimkilavuzu&view=yazimkilavuzu (Erişim tarihi: 02.12.2018)
- http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_content&id=198:Kisaltmalar (Erişim tarihi: 02.12.2018)
- http://www.muglakulturturizm.gov.tr/TR,73678/sigla-yagi-ve-gunluk-kabugu.html (Erişim tarihi: 22.08.2018)
- https://www.doku.gen.tr/yapay-doku.html (Erişim tarihi: 25.07.2018)

GÖRSEL KAYNAKÇA

- **Görsel Tasarım Uzmanı tarafından hazırlanan görseller**

  1.1, 1.4, 1,6, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 1.16, 1.17, 1.18, 1.19, 1.20, 1.22, 1.23, 1.24, 1.25, 1.26, 1.28, 1.29, 1.30, 1.31, 1.32, 1.33, 1.34, 1.35, 1.36, 1.37, 1.38, 1.39, 1.41, 1.42, 1.43, 1.44, 1.45, 1.52, 1.53, 1.54, 1.55, 1.56, 1.58, 1.62, 1.68, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.8, 2.9, 2.10, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.17, 2.18, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.29, 2.31, 2.32, 2.33, 2.39, 3.2, 3.7, 3.8, 3.10, 3.11, 3.15, 3.16, 3.17, 3.19, 3.21, 3.27, 3.29, 3.38, 3.40, 3.41, 3.42, 3.43, 3.53, 3.54, 3.55, 3.57, 3.60, 3.61, 3.65, 3.66, 3.68, 3.69, 3.70, 3.74, 4.6

- **Shutterstock firmasından satın alınan görseller**

  Kitap kapağı (ID: 160010552-299097401-660238894-683437), 1. Ünite kapak (ID: 326869559), 1.41 (ID: 57010172-707017996), 1.47 (ID: 316460498), 1.49 (ID: 366714533), 1.50 (ID: 182837423), 1.61 (ID: 767119114), 1.63 (ID: 470056025), 1.69 (ID: 172921133), 2. Ünite kapak (ID: 473573563), 1. Bölüm kapak (ID: 310514816), 2. Bölüm kapak (ID: 287326268), 2.7 (ID: 325762859), 3. Bölüm kapak (ID: 583497550), 2.19 (ID: 624671952), 4.Bölüm kapak (ID: 255109180) 2.21 (ID: 456472102), 2.28 (ID: 242815735), 2.30 (ID: 416604490), 2.34 (ID: 408626029), 2.35 (ID: 380597374), 2.36 (ID: 372199192), 2.38 (ID: 325762859-456472102), 2. Ünite Ölçme değerlendirme 50. Soru (ID: 543902767), 3. Ünite Kapak (ID: 670433155), 1. bölüm kapağı (ID: 563602474), 3.1 (ID: 139691590), 3.6 (ID: 517242148), 3.9 (ID: 636030776), 3.12 (ID: 1012420615), 3.13 (ID: 564088312), 3.14 (ID: 151124768), 3.18 (ID: 8164015-613867961-139691590), 3.20 (ID: 463611524), 3.22 (ID: 700048045), 3.23 (ID: 484898221), 3.24 (ID: 154486697-100477783), 3.25 (ID: 152867867), 3.26 (ID: 366651476), 3.28 (ID: 667720975-564088519), 3.30 (ID: 507176299), 3.31 (ID: 461876740), 3.32 (ID: 720055347-581617480), 3.33 (ID: 585825833), 3.34 (ID: 62823880-133704776), 3.35 (ID: 104405414-557902794), 3.36 (ID: 104457020-107858597), 3.37 (ID: 563602474), 3.39 (ID: 752422009), 3.44 (ID: 647512810), 3.45 (ID: 592557914), 3.46 (ID: 167985608-759223678), 3.47 (ID: 756638032-763444624), 3.48 (ID: 638767192-638767195), 3.49 (ID: 756127459), 3.50 (ID: 419848156), 3.51 (ID: 632869163), 3.52 (ID: 117126760-330533390-330352952), 2. Bölüm kapak (ID: 204061627), 3.56 (ID: 345198950), 3.58 (ID: 673585756), 3.62 (ID: 86357983), 3.64 (ID: 1105349147), 3. Bölüm kapağı (ID: 527009551), 3.67 (ID: 527009551), 3.71 (ID: 521276638), 3.72 (ID: 168038708), 3.73 (ID: 104457020), 3. Ünite Ölçme değerlendirme 14. Soru (ID: 563602474), 4. Ünite Kapak (ID: 259356245), Bölüm kapak (ID: 387344302), 4.2 (ID: 579409498), 4.4 (ID: 547265206-64408456-661154734-702245188), 4.5 (ID: 477893593), 4.7 (ID: 376074368), 4.8 (ID: 611542403), 4.9 (ID: 769195669), 4.10 (ID: 276183983-46800799-287259566-374105635-316374041-552241903-226084132), 4.11 (ID: 659176180), 4.12 (ID: 101606464), 4.13 (ID: 443699605), 4.14 (ID: 606885968)

- **Dreamstime firmasından satın alınan görseller**

  1. Ünite 1. Bölüm kapak (ID: 93798197), 1.40 (ID: 41664959), 2. Bölüm kapak (ID: 48592418), 1.46 (ID: 73231065), 1.48 (ID: 21741888), 1.51 (ID: 50042136), 1.57 (ID: 35501468), 1.59 (ID: 53708488), 1.60 (ID: 58799965), 1.65 (ID: 20879048), 1.66 (ID: 32336972), 1.67 (ID: 13021822), 1.70 (ID:8910548)

- **Görsellerle ilgili diğer genel ağ adresleri**

Görsel 1.2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fred_Griffith_and_%22Bobby%22_1936.jpg 24. (Erişim tarihi: 10.2017)
Görsel 1.3: https://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/CCAAAD_.jpg (Erişim tarihi: 02.10.2017)
Görsel 1.5: https://www.dnalc.org/view/16406-Gallery-18-Alfred-Hershey-and-Martha-Chase-1953.html (Erişim tarihi: 02.10.2017)
Görsel 1.7:https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Maurice_Wilkins#/media/File:Maurice_Wilkins_nobel.jpg (Erişim tarihi: 02.10.2017)
Görsel 1.8: https://www.atomicheritage.org/sites/default/files/Rosalind%20Franklin.jpg (Erişim tarihi: 07.02.2018)
Görsel 1.9: http://takebackhalloween.org/rosalind-franklin/ (Erişim tarihi: 07.02.2018)
Görsel 1.10: https://www.crick.ac.uk/media/11140/crick-and-watson.jpg (Erişim tarihi: 02.10.2017)
Görsel 1.21: https://www.khanacademy.org/science/biology/gene-expression-central-dogma/translation-polypeptides/a/trna-and-ribosomes (Erişim tarihi: 02.10.2017)
Görsel 1.27: https://commons.wikimedia.org/wiki/Ligustrum_japonicum#/media/File:Ligustrum_japonicum_02.jpg (Erişim tarihi: 10.10.2017)
Görsel 1.64: https://geneticliteracyproject.org/2016/07/18/crowdfunded-diy-biologists-learning-genetic-engineering-not-easy/ (Erişim tarihi: 25.12.2017)
Görsel 2.6: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jan_Baptiste_van_Helmont,_early_Belgian_scientist_and_astronomer_-_copy_of_the_17th_century_portrait_by_Mary_Beale.jpg (Erişim tarihi: 31.10.2017)
Görsel 2.11: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Melvin_Calvin#/media/File:Calvin,_melvin.jpg (Erişim tarihi: 31.10.2017)
Görsel 2.16: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Theodor-Wilhelm-Engelmann.jpg (Erişim tarihi: 31.10.2017)
Görsel 2.20: https://microbewiki.kenyon.edu/images/8/89/Zdrs0232.jpg (28.01.2018 21:05)
Görsel 2.37: http://www.turkish-cuisine.org/images/upload/ustresim/99_153a7075ad2c2f.jpg (Erişim tarihi: 31.10.2017)
Görsel 2.39: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mitochondrial_electron_transport_chain_(hrvatski).png (Erişim tarihi: 31.10.2017)
Görsel 3.3: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tradescantia,_leaf,_Etzold_green_2.JPG (Erişim tarihi: 14.12.2017)
Görsel 3.4: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spathiphyllum_leaf_02.JPG (Erişim tarihi: 14.12.2017)
Görsel 3.5: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Guttation_on_a_strawberry_leaf.jpg (Erişim tarihi: 14.12.2017)
Görsel 3.14: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Escler%C3%A9nquima_esclereidas_cerca.JPG (Erişim tarihi:14.12.2017)
Görsel 3.59: https://www.flickr.com/photos/alex-rk/32314184/ (26.01.2018 14:07)
Görsel 3.63: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristo-mac_prim_DM040x_Rinde1.jpg (Erişim tarihi: 24.12.2017)
Görsel 4.1: http://www.gercekmi.org/wp-content/uploads/2016/03/dinazor-gercek-mi.jpg (25.12.2017 - 10.53)
Görsel 4.3: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cepaea_vindobonensis_-_Banding_variation.jpg (Erişim tarihi: 15.12.2017)

KAREKOD UZANTILARI

- Kitap kapağı : http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6875
- 1. Ünite : http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6876
- Sayfa 15: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=93591dc301c517dd14ec9ad58fc01f17a46150dcb4005
- Sayfa 21: http://www.eba.gov.tr/video/izle/2479c7967d345f32d45628cc9c68e53a339eea8394001
- Sayfa 39: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=58906cee75baf8da64255b9139c9e0a27a8ee4410a003
- Sayfa 42: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=633068254a602dd34448f975feb7d7f7f7f424410a001
- Sayfa 44: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=2062d9aabbc55cb584f49be9e0487962a600e2169c006
- 2. Ünite : http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6877
- Sayfa 65: http://www.eba.gov.tr/video/izle/0258787695f0201bf4f55b49cef52c6bb3ed981ed6008
- Sayfa 65: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=50501dc301c517dd14ec9ad58fc01f17a46150dcb4003
- Sayfa 69: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=8413cf9d9b6db79754f08908b2c969684e91a1fdf4001
- Sayfa 71: http://www.eba.gov.tr/video/izle/43937d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6002
- Sayfa 72: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=8641615ae9266e1e7454f996a4d7f0ec9249de9184001
- Sayfa 75: http://www.eba.gov.tr/video/izle/7536235c4befd04354fbb80a643e4a72378c488680002
- Sayfa 79: http://www.eba.gov.tr/video/izle/25542694bef00446447edb4c4c2ffce2f2c8888680001
- Sayfa 83: http://www.eba.gov.tr/video/izle/80845eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001

- Sayfa 87: http://www.eba.gov.tr/dokuman?icerik-id=5915a7988887959154b24b1421192aec653835bd24004
- Sayfa 92: http://www.eba.gov.tr/video/izle/5144f6d4cd6fda8934ab4b326867f24319b654df6c001
- Sayfa 94: http://www.eba.gov.tr/video/izle/94992694bef00446447edb4c4c2ffce2f2c8888680002
- Sayfa 95: http://www.eba.gov.tr/video/izle/39312694bef00446447edb4c4c2ffce2f2c8888680003
- 3. Ünite : http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6878
- Sayfa 113: http://www.eba.gov.tr/video/izle/4607566ed968451b14a88a1fd43c0ebccb5f32d09c001
- Sayfa 113: http://www.eba.gov.tr/video/izle/627074751ff7f574f462cbdc7c6dee97f06e181ed6002
- Sayfa 122: http://www.eba.gov.tr/video/izle/4289c51d124a941e94ec09c6950e288981c24635c0001
- Sayfa 130: http://www.eba.gov.tr/video/izle/20245eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
- Sayfa 132: http://www.eba.gov.tr/video/izle/79495cd128053d04b414392ee5cbce71be1cd2d09c001
- Sayfa 132: http://www.eba.gov.tr/video/izle/51275cd128053d04b414392ee5cbce71be1cd2d09c001
- Sayfa 139: http://www.eba.gov.tr/video/izle/395874751ff7f574f462cbdc7c6dee97f06e181ed6003
- Sayfa 139: http://www.eba.gov.tr/video/izle/103374751ff7f574f462cbdc7c6dee97f06e181ed6003
- Sayfa 149: http://www.eba.gov.tr/video/izle/77145cd128053d04b414392ee5cbce71be1cd2d09c001
- Sayfa 150: http://www.eba.gov.tr/video/izle/49745cd128053d04b414392ee5cbce71be1cd2d09c001
- Sayfa 151: http://www.eba.gov.tr/video/izle/5792566ed968451b14a88a1fd43c0ebccb5f32d09c001
- Sayfa 152: http://www.eba.gov.tr/video/izle/36570db97598f4dfa40bd98f96e57b267b1119d89e001
- Sayfa 153:http://www.eba.gov.tr/video/izle/39385eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
- 4. Ünite : http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6879
- Sayfa 169: http://www.eba.gov.tr/video/izle/94530e1411b6ee8f543d2864c52317375ad7b6308c008